



Anna-Riikka Paananen

KAINALOKANNATUS PUURAKENTEISEN PIENTALON RAKEN- NERATKAISUNA

KAINALOKANNATUS PUURAKENTEISEN PIENTALON RAKEN- NERATKAISUNA

Anna-Riikka Paananen
Opinnäytetyö
Kevät 2013
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikka, talonrakennuksen moduuli

Tekijä: Anna-Riikka Paananen

Opinnäytetyön nimi: Kainalokannatus puurakenteisen pientalon rakenneratkaisuna

Työn ohjaaja: Pekka Kilpinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: K2013 Sivumäärä: 22 + 2 liitettä

Puurankarunko on pientalojen yleisin runkoratkaisu Suomessa. Puurankarunkoinen talo voidaan toteuttaa joko perinteisesti pitkistä puutavarasta rakentamalla, elementeillä tai pre-cut-menetelmällä. Pre-cut-menetelmällä rakennettaessa talotoimitus koostuu tehtaalla määrämittaan sahatusta puutavarasta. Rakenteissa ja rakentamistavoissa on kuitenkin eroavaisuuksia eri talotoimittajien ja rakentajien välillä.

Kattorakenteiden kannatus voidaan toteuttaa puurakenteisessa pientalossa kahdella eri tavalla. Toisessa ratkaisussa kattoristikot kannatetaan yläohjauspuun alapuolisilla kannatin- ja aukkopalkeilla. Toinen tapa on kainalokannatus, jossa kannatin sijoitetaan yläohjauspuun päälle. Jälkimmäisessä ratkaisussa vältetään ylimääräisiltä lisäpalkeilta, kun palkki mitoitetaan riittävän kestäväksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitä asioita Mittava Kodin tulisi ottaa huomioon lähdettäessä muuttamaan kattorakenteiden kannattimen sijaintia rakenteessa. Lisäksi selvitettiin laskelmien avulla, minkä kokoinen palkki tarvittaisiin kannattelemaan valitun esimerkkitalon yläpohjarakenteita, mikäli halutaan selvittää yhdellä yläohjauspuun yläpuolisella palkilla. Palkki mitoitettiin kerto- ja liimapuisena. Laskelmat tehtiin sekä käsin laskemalla että puurakenteiden mitoittamiseen suunnitellulla Finnwood-laskentaohjelmalla.

Laskelmien avulla saatiin selville, minkä kokoinen palkki olisi riittävä valittuun esimerkkitaloon ja näin myös useimpiin Mittava Kodin yksikerroksisiin talomalleihin. Mallistosta löytyy kuitenkin suuri valikoima monimuotoisia talomalleja, joihin kannattimet tulisi edelleen mitoittaa erikseen. Vaikka kainalokannatuksesta onkin saatu hyviä kokemuksia, ei Mittava Kodin kannata ainakaan toistaiseksi lähteä muuttamaan hyväksi todettua ratkaisuaan.

Asiasanat:

Avoin puurakennusjärjestelmä, RunkoPES, pre-cut-rakentaminen, paikalla rakentaminen, liimapuu, kertopuu, palkin mitoitus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House building

Author: Anna-Riikka Paananen

Title of thesis: Structural Solution and Designing of Beam in a Wooden House

Supervisor: Pekka Kilpinen

Term and year when the thesis was submitted: S2013

Pages: 22 + 2 appendices

Wood is the most common building material when it comes to small-scale building in Finland. The development of industrial wood construction has been a significant precondition to further increase the popularity of building of wood. Because of the industrialization of building at site, this way to build has managed to maintain its competitiveness.

Wooden house can be built either of dimensional timber or pre-fabricated parts or elements. When using pre-cut parts the amount of work and wastage at site decreases. Mittava Koti is one of the house manufacturers in Finland supplying pre-cut parts.

There are two ways to support the roof of a wooden house. The support beam can be placed either below or above the top plate. The aim of this thesis was to find out what the differences between these two ways to support the roof structures are, and to what issues Mittava Koti has to pay attention to when choosing the way to support the roof.

This thesis also includes an example calculation of analyzing a support beam. The beam was dimensioned as glue-laminated wood and laminated veneer lumber. Finnforest's Eurocode based timber structural designing software Finnwood was used to check the calculations made by hand.

Calculations revealed what kind of beam is suitable for example house and hence, to most of Mittava Koti -collections 1-storey detached houses. However, there are various complex house models whose support beams still have to be designed individually. In spite of the fact that there have been good experiences of supporting the roof structures with a beam above the top plate, there is so far no reason why Mittava Koti should change its well-proved solution.

Keywords:

Open timber construction system, pre-cut, timber frame, wooden structures, detached house, glue-laminated wood, laminated veneer lumber, designing of beam

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 PUURANKARUNKO PIENTALON RUNKORATKAISUNA	7
2.1 Pre-cut-rakentaminen	7
2.2 Avoin puurakennusjärjestelmä	8
2.3 RunkoPES	9
3 KATTORISTIKOIDEN KANNATTIMEN MITOITUS	10
3.1 Eurokoodit ja Finnwood	10
3.2 Kertopuu ja liimapuu	11
4 KANNATTIMEN SIJAINTI RAKENTEESSA	13
4.1 Nykyinen rakenne	13
4.2 Uusi rakenne	14
5 ESIMERKKIKOHTIEN KANNATTIMEN MITOITUS	16
5.1 Topias 120 -talomalli	16
5.2 Laskentatulokset	18
5.3 Kannattimen valinta	19
YHTEENVETO	20
LÄHTEET	21
LIITTEET	
Liite 1 Kattoristikoiden kannattimen mitoitus	
Liite 2 Finnwood-laskelmat	

1 JOHDANTO

Puurankarunkoisen pientalon toteutusta ohjaa muun muassa puunkäytön kehittämiseksi koottu avoin puurakennusjärjestelmä. Olemassa ei kuitenkaan ole yhtä ainoaa hyväksyttyä rakenneratkaisua ja rakentamistapaa. Rakenteissa ja rakentamiskäytännöissä onkin näin ollen eroavaisuuksia eri talotoimittajien ja rakentajien välillä.

Yläpohjarakenteiden kannatus voidaan toteuttaa yläohjauspuiden alapuolisilla kannatin- ja aukkopalkeilla tai yläpuolisella kannattimella. Mikäli kannatus tavaksi valitaan kainalokannatus, kannatin on lovetuna runkotalppien sijasta kattoristikoihin.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, mitä kaikkea tulee ottaa huomioon, mikäli yläpohjarakenteiden kannatustavaksi valitaan kainalokannatus. Lisäksi Mittava Kodin mallistosta valitaan esimerkkikohde, johon mitoitetaan kattoristikoiden kannatinpalkki eurokoodin mukaisesti.

Valitun kohteen palkki mitoitetaan sekä kerto- että liimapuupalkkina. Laskelmat tehdään käsin laskennan lisäksi puurakenteiden mitoitukseen kehitetyllä Finnwood-ohjelmalla. Materiaalihintojen, tuotteiden saatavuuden ja soveltuvuuden perusteella pohditaan, mikä palkki sopisi kannattimeksi parhaiten.

Mittava Koti on perustettu vuonna 1987 ja talotehdas sijaitsee Torniossa. Mallistosta löytyy laaja valikoima puurakenteisia pientaloja. Pre-cut-osat työestetään asennusvalmiiksi tehtaalla.

2 PUURANKARUNKO PIENTALON RUNKORATKAISUNA

Puurankarunko on pientalojen yleisin runkoratkaisu. Puurankarunkoinen talo voidaan toteuttaa joko valmisosista rakentamalla tai perinteisesti pitkistä puutavarasta paikalla rakentaen. Valmisosarakentamisessa vaihtoehtoina ovat rakentaminen elementeillä tai pre-cut-menetelmällä. Pitkästä puutavarasta rakennettaessa rakennusosat valmistetaan kokonaan työmaalla. Valmisosista rakennettaessa talotoimitus koostuu joko määrämittaan sahatusta puutavarasta tai tehtaalla valmiiksi rakennetuista rakenneosista. (Runkoratkaisut; Viljakainen 2004, 8.)

Teollisen puurakentamisen kehitystyön tuloksena suunnittelijoiden, rakentajien, rakennuttajien ja viranomaisten vapaaseen käyttöön on koottu puurakentamisen kehityksen viimeisin tieto avoimen puurakennusjärjestelmän muodossa. Puurakentamisen kehityksen edistämiseksi on luotu myös uusi puu-elementtirakentamisen yhtenäinen avoin standardi RunkoPES. Näiden kahden järjestelmän on ajateltu edistävän puun käyttöä suomalaisessa rakentamisessa, ja ne kumpikin soveltuvat sekä paikalla rakentamiseen että elementtirakentamiseen. (RunkoPes on valmiina käytettäväksi. 2012; Viljakainen 2005, 3.)

2.1 Pre-cut-rakentaminen

Pre-cut-rakentaminen eroaa perinteisestä pitkistä puutavarasta rakentamisesta siten, että määrämittaisten rakennustarvikkeiden hyödyntäminen vähentää työmaalla tapahtuvaa työstöä ja materiaalihukkaa. Paikalla rakentaminen ei myöskään edellytä yhtä raskasta nostokalustoa kuin elementtirakentaminen, sillä rakennusosat ja rakenteet ovat keveitä. Valmisosista rakennettaessa etuna on myös mahdollisuus monimuotoisiin ja vaihteleviin tilaratkaisuihin. (RT 82-10804. 4.)

Pre-cut-rakentamisessa sekä suunnittelu että toteutus on tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa perinteiseen paikalla rakentamiseen ja elementtirakentamiseen verrattuna. Kun talotehtaalla asennusvalmiiksi työstetyt osat

toimitetaan työmaalle tarkkojen pystytysohjeiden kera, saadaan talosta rakennettua tiivis kokonaisuus. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

Toimitussisältö on muunneltavissa asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Asiakas voi itse valita, mitkä osat toimitetaan työmaalle määrämittäisinä ja asennusvalmiiksi työstettyinä. Halutessaan asiakas voi saada kaikki toimitettavat materiaalit valmiiksi mitoitettuina ja määrämittään sahattuina. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

Materiaalitoimituksen laajuutta valittaessa asiakkaan on muistettava huomioida mahdolliset epätarkkuudet työmaalla. Valmiiksi mitoitetuista osista rakennettaessa tulee perusrakenteiden olla suunnitelmien mukaisia ja lattiapinnan tasainen. Toisaalta mikäli asiakas haluaa vain osan rakennusosista valmiiksi työstettyinä, tulee asiakkaan huomioida eri rakennusmateriaalien ja -osien yhteensopivuus. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

Pre-cut-talo voidaan hankkia myös samoilla valmiustasoilla kuin muillakin menetelmillä. Pelkän materiaalitoimituksen sijasta talon voi hankkia runko-, vesikatto- tai muuttovalmiina. Runkovalmiissa talotoimituksessa ulkoseinät sekä vesikaton kantavat osat asennetaan valmiiksi työmaalla. Vesikattovalmis toimitus sisältää lisäksi vesikaton ja räystäsrakenteet valmiiksi asennettuna. Muuttovalmis talo puolestaan pitää sisällään sekä talotekniikan että kodinkoneet valmiiksi asennettuina. (Toimitussisältö.)

2.2 Avoin puurakennusjärjestelmä

Rakennusliikkeiden, puutuoteteollisuuden ja valtiovallan laaja yhteistyö puunkäytön kehittämiseksi on ollut merkittävä edellytys puunkäytön kasvulle suomalaisessa rakentamisessa. Tämän kehitystyön tulokset on koottu avoimeksi puurakennusjärjestelmäksi. Järjestelmä on kaikkien vapaassa käytössä ja sen tarkoituksena on sekä yhtenäistää puurakentamisen käytäntöjä sekä mahdollistaa erilaisten asiakastarpeiden toteuttaminen puusta joustavasti ja kustannustehokkaasti. (Viljakainen 2004, 3.)

Avoin puurakennusjärjestelmä mahdollistaa sen, että samoilla periaatteilla suunnitellut rakennukset voidaan tehdä joko paikalla rakentaen, elementeistä tai

näiden menetelmien yhdistelmänä. Järjestelmä on näin teollistanut myös paikalla rakentamisen. Paikalla rakentaminen onkin säilyttänyt suosionsa ja on erittäin kilpailukykyinen vaihtoehto toteuttaa puutaloja. (Viljakainen 2004, 3.)

2.3 RunkoPES

Teollisen puurakentamisen kehittäminen on ollut tavoitteena myös RunkoPES-hankkeella. RunkoPES on puuelementtirakentamisen yhtenäinen mitoitus- ja liitosjärjestelmä. Järjestelmän tavoitteena on teollisen puurakentamisen kehittämisen lisäksi vahvistaa suomalaisen puurakennusteollisuuden kykyä laajentua kansainväliseen rakentamisen liiketoimintaan sekä yhtenäistää puurakentamisen määräysten tulkintaa eri paikkakunnilla. (RunkoPes on valmiina käytettäväksi. 2012.)

Uuden RunkoPES-teollisuusstandardin ohjeistus julkaistiin joulukuussa 2012 ja se on suunnattu ensisijaisesti tilaajille ja suunnittelijoille. Standardi helpottaa eri runkojärjestelmien ja ratkaisutarjoajien kilpailuttamista, sillä eri valmistajien tuotteet ja ratkaisut ovat järjestelmän myötä liitettävissä toisiinsa. (Pellinen 2012.)

3 KATTORISTIKOIDEN KANNATTIMEN MITOITUS

Yläpohjarakenteiden kannatin voidaan laskea sekä käsin että Finnwood-ohjelmalla eurokoodien mukaisesti. Puurakenteiden mitoittamiseen kehitetty Finnwood-ohjelma on ladattavissa Metsä Woodin internetsivustolta. Kantavien rakenteiden materiaaleiksi hyvin soveltuvat liima- ja kertopuu löytyvät ohjelman materiaaliveikkoehdoista.

3.1 Eurokoodit ja Finnwood

Eurokoodit ovat eurooppalaisia standardeja, jotka koskevat kantavien rakenteiden suunnittelua. Standardien soveltaminen eri maissa vaatii kansallisten liitteiden laatimista. Suomessa tästä vastaa talonrakentamisen osalta ympäristöministeriö. Eurokoodit julkaisee Suomen standardisoimisliitto SFS. (Eurokoodit. 2012.)

Talonrakennusta koskevien eurokoodien käyttö suunnittelussa on ollut mahdollista jo 1.11.2007 alkaen, kun ensimmäinen kansallinen liite vahvistettiin. Tällä hetkellä eurokoodit ovat rinnakkaiskäytössä rakentamismääräyskokoelman B-osan määräysten ja ohjeiden kanssa. Nykyistä B-osaa uudistetaan parhaillaan ja osan korvaavat laadittavat asetukset on tarkoitus saattaa voimaan 1.7.2013. Uudistuksen jälkeenkin eurokoodit muodostavat hyväksyttävän suunnittelutavan yhdessä kansallisten liitteiden kanssa. (Eurokoodit. 2012.)

Tähän asti kantavien rakenteiden suunnittelu on voinut perustua joko eurokoodien ja niiden kansallisten liitteiden tai Suomen rakentamismääräyskokoelman määräysten ja ohjeiden mukaiseen suunnitteluun. Yhtenä kokonaisuutena toimivia rakennusosia suunniteltaessa on siis täytynyt käyttää vain toista näistä suunnittelujärjestelmistä. Tämän rinnakkaiskäyttöoikeuden on ennakoitu päättyvän 30.6.2013, kun rakentamismääräyskokoelmasta poistetaan eurokoodien kanssa päällekkäin olevat suunnittelusäännöt. (Rakentamismääräykset ja eurokoodisuunnittelu. 2012, 1.)

Finnwood-laskentaohjelma on Metsä Woodin omistama ja sillä voidaan mitoittaa yksittäisiä puurakenteita valituille rakennemalleille ja kuormituksille. Finnwood 2.3 SR1 -ohjelmaversio mitoittaa rakenteet Eurokoodi 5:n (EN 1995-1-1), sen täydennysosan A1:2008, näiden Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukaisesti. Ohjelman materiaali-vaihtoehtoista löytyvät muun muassa kerto- ja liimapuu. (Finnwood.)

3.2 Kertopuu ja liimapuu

Sekä liimapuu että kertopuutuotteista Kerto-S soveltuvat erityisesti kantaviin rakenteisiin. Molemmat tuotteet koostuvat toisiinsa säänkestävällä liimalla liimatuista lamelleista. Sekä kerto- että liimapuulla voidaan toteuttaa kaarevia rakenteita sekä korkeita ja avaria tiloja. Tuotteet soveltuvat hyvin kohteisiin, joissa vaaditaan kaunista, arkkitehtonista ilmettä. (RT 37933. 1 – 3.)

Liimapuu koostuu lujuuslajitelluista, höylätyistä ja toisiinsa syynsuuntaisesti liimatuista kuusi- tai mäntysahatavaralamelleista. Liima on säänkestävää ja liimapuun lujuusominaisuudet ovat lamellirakenteen ansiosta paremmat kuin yksittäisellä sahatavaralamellilla. Lisäksi liimattu rakenne on vääntyilemätön ja kieroutumaton. Lujuusluokan GL32 liimapuuta valmistetaan kantaviin rakenteisiin. (RT 37933. 1 – 3.)

Liimapuurakenne on omimmillaan pitkillä jänneväleillä ja näkyviin jäävissä rakenteissa. Pintavaihtoehtoina liimapuulla ovat höylätty tai puhtaaksi höylätty pinta. Näkyviin jäävät pinnat voidaan käsitellä haluttuun sävyyn jo tehtaalla. Pintakäsittely antaa samalla hyvän suojan likaantumista vastaan, minkä lisäksi se vähentää liian nopeasta kuivumisesta aiheutuvia halkeamia. Lamellien sormijatkosten ansiosta on mahdollista valmistaa jopa 32 m pitkiä palkkeja yhtenä kappaleena. Palonkesto-ominaisuudet liimapuulla ovat erinomaiset massiivisuuden ansiosta. (RT 37933. 1 – 3.)

Liimapuun poikkileikkauskoko määräytyy käytettävän sahatavaralamellin koon mukaan. Varastosta heti saatavilla olevien standardipalkkien leveydet ovat 90, 115 ja 140 mm. Näitä palkkeja on saatavissa 225, 270, 315, 360, 405 ja 450 mm:n korkuisina. (Kuningaspalkki liimapuu.)

Kertopuu valmistetaan havupuuviiluista liimaamalla. Viilurakenteen ja valmistustekniikan vuoksi se on luja, mittatarkka ja tasalaatuinen palkki- ja puulevytuote. Tästä syystä se onkin sopiva ratkaisu suurta lujuutta vaativiin kantaviin rakenteisiin. Kertopuuta valmistetaan kolmena eri rakenteena. Kerto-S-palkissa ja Kerto-T-tolpassa viilujen syysuunta on pitkittäinen kaikissa viilukerroksissa. Kerto-Q-levyssä puolestaan noin viidennes viiluista on poikittaisia. Näkyviin jäävät rakenteet on mahdollista toteuttaa valikoiduilla pintaviiluilla ja -käsittelyillä. (RT 37933. 1 - 3; Kerto.)

Kerto-S sopii parhaiten kantaviin rakenteisiin ala-, väli- ja yläpohjapalkeiksi sekä tukipalkeiksi aukkojen ylityksiin. Kerto-S on luja, kevyt ja helposti työstettävissä. Sen taivutus-, puristus- ja vetolujuudet ovat korkeat. Lisäksi se on arkkitehtonisesti edustava näkyviin jäävissä rakenteissa. Palkkeja toimitetaan 27 - 75 mm:n levyisenä 6 mm:n välein. Vakiokorkeudet ovat 200, 220, 225, 260, 300, 360, 400, 450, 500 ja 600 mm. Valmistettava maksimipituus on 25 m. Jälleenmyyjien varastoista lyhyellä toimitusajalla ovat saatavissa yleisimmät korkeudet 200, 260, 300, 360 ja 400 mm 45 mm:n ja 51 mm:n levyisinä. (RT 37933. 1 - 3; Kerto.)

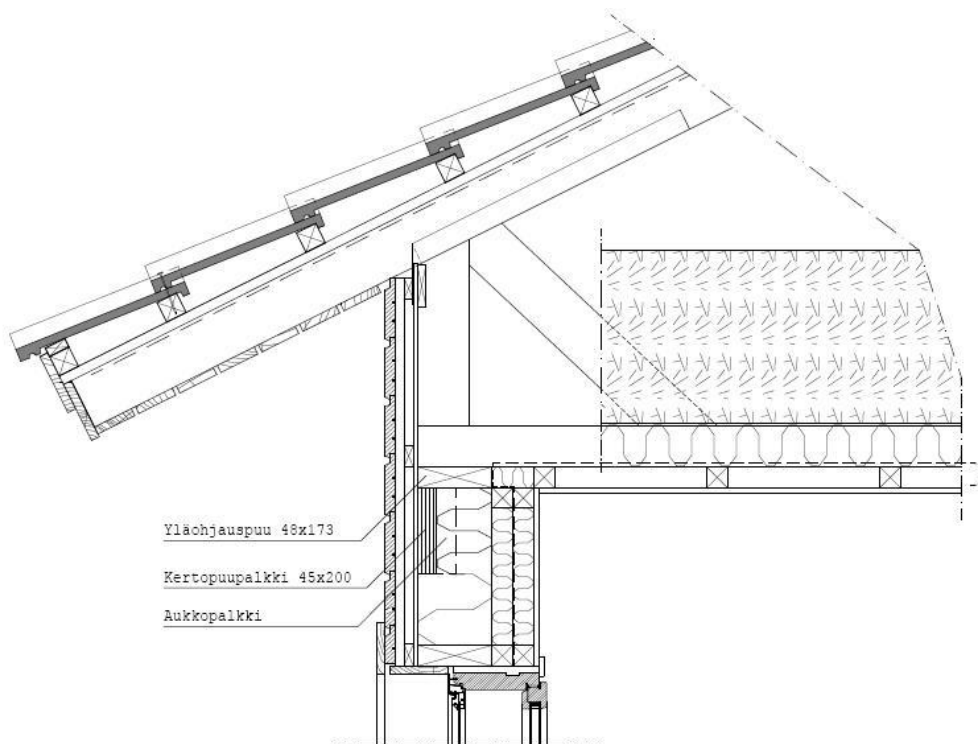
4 KANNATTIMEN SIJAINTI RAKENTEESSA

Kattorakenteiden kannatin voi sijaita joko yläohjauspuun alla ulkoseinän runkotalppiin lovetuna tai yläohjauspuun päällä lovetuna kattoristikoihin. Mittava Kodin rakenteessa kannatin sijaitsee yläohjauspuun alla. Tarvittaessa palkkien rinnalle lisätään aukkokohtaisia lisäpalkkeja. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

Mikäli kattorakenteiden kannatustapaa muutetaan, tulee ottaa huomioon muutoksen vaikutukset suunnitteluun, tuotantoon, kustannuksiin, kuljetuksiin sekä rungon pystytykseen työmaalla. Kattorakenteiden kannattimen sijaintia muutettaessa myös rakenteen rakennusfysikaalisessa toiminnassa tapahtuu muutoksia. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

4.1 Nykyinen rakenne

Tämänhetkisessä rakenteessa yläpohjaa kannatteleva palkki sijaitsee yläohjauspuun alapuolella ja on lovetuna seinän runkotalppiin. Leveiden aukosten kohdalla kertopuuisen kannatinpalkin kylkeen lisätään lisäpalkki. (Kuva 1.)

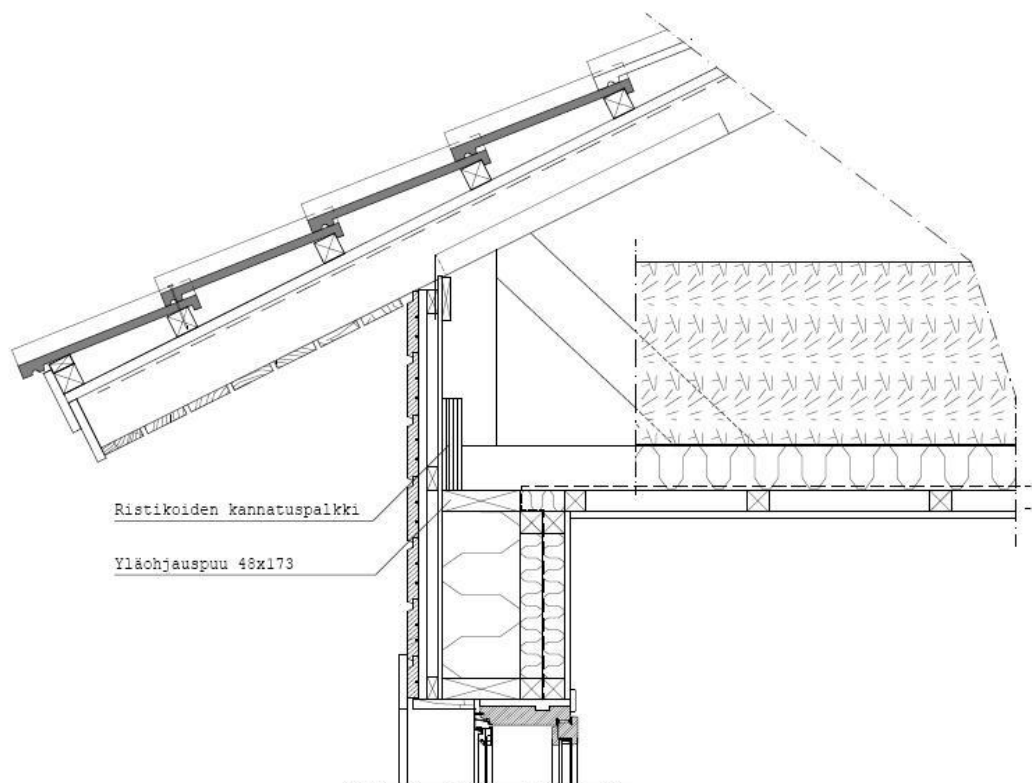


KUVA 1. Nykyinen rakenne

Nykyisessä rakenteessa hankaluutena on seinän yläosan eristäminen sekä useiden erilaisten runkotalppien työstäminen ja asentaminen. Jälkimmäinen ongelma on kuitenkin ratkaistu talotehtaalle hankitulla työstökoneella. Lisäksi työmaalle toimitetaan seinäkohtaiset runkokuvat asentamisen helpottamiseksi. Nykyisen ratkaisun hyvä puoli on se, että se soveltuu kaikkiin taloihin eikä kattorakenteiden kannatinta tarvitse ylivoimistaa. Lisäksi palkin kiinnittäminen valmiiseen loveen on helppoa. Palkki myös jäykistää seinän, mikäli seinä kasataan lappeellaan. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

4.2 Uusi rakenne

Jos kattorakenteiden kannatin sijoitetaan yläohjauspuun päälle, vältetään runkotalppien loveamiselta ja ulkoseinien lämmöneristeiden asentaminen paikoilleen helpottuu (kuva 2). Koska mineraalivillaaeristeeseen ei tarvitse leikata koloa kannattimelle ja mahdollisille lisäpalkeille, seinän yläosan lämmöneristävyys paranee. Palkin aiheuttama kylmäsilta ei kuitenkaan poistu kokonaan, vaan palkki toimii yhtäläillä kylmäsiltoina yläohjauspuun päällä. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)



KUVA 2. Uusi rakenne

Kyseisen rakenteen etuna on se, että kaikki saman seinän runkotolpat ovat samanlaisia. Ratkaisu ei kuitenkaan sovellu kaikkiin talomalleihin, eikä sitä voida käyttää saksiristikoiden yhteydessä. Lisäksi palkin kiinnitys on haasteellisempaa nykyiseen ratkaisuun verrattuna ja kaikki kattoristikot on lovettava. Mikäli suunnittelun yksinkertaistamiseksi käytetään optimoitua palkkikokoa, on palkki osassa taloista ylimitoitettu, mikä merkitsee lisäkustannuksia. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

Kannattimen sijaitessa yläohjauspuun päällä voidaan katto rakentaa paikalla rakentamisen sijaan valmiiksi myös maassa. Tällöin rakennuksen runkoa voidaan koota samanaikaisesti vesikaton kanssa. Tämä säästää aikaa, jos rakentajia on tarpeeksi. Katon kokoaminen maassa tuo myös kustannussäästöjä, sillä muun muassa nosturin ja telineiden tarveaika lyhenee. Koska korkealla työskentely on aina riski, myös työturvallisuus paranee. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

Maassa rakentaminen luo kuitenkin vaatimuksia rakennustyömaalle. Katon kokoaminen maassa vaatii paljon tilaa ja tasaisen alustan. Alustana voi toimia erillisen telineen lisäksi esimerkiksi viereisen rakennuksen perustukset, mutta tätä mahdollisuutta ei pientalotyömaalla useinkaan ole. Lisäksi maassa rakennetun katon nosto paikoilleen on riskialtista. Nosto on suunniteltava huolellisesti sääolot ja tuennat huomioon ottaen. Jo pieni notkahdus nostovaiheessa tai epätasaisuus kokoamisvaiheessa voi aiheuttaa koko yläpohjarakenteen kantokyvyn menetyksen. Tämä ongelma on ratkaistavissa pätevällä nostosuunnitelmalla ja -valvonnalla, mutta maassa rakentamisen kustannussäästöt hupenevat todennäköisesti juuri suunnitelman ja valvonnan hintaan. (Tikka 2013; Hamari 2013; Haataja 2013.)

5 ESIMERKKIKOHTEN KANNATTIMEN MITOITUS

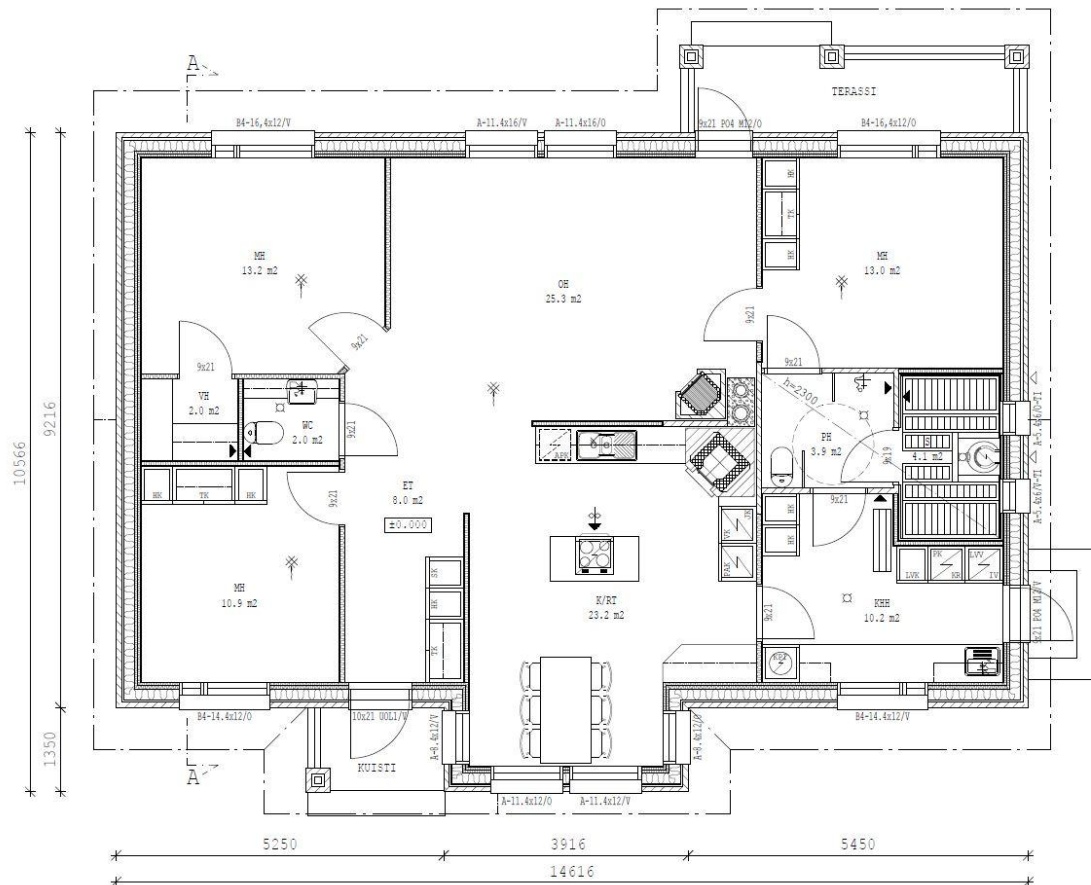
Yläpohjarakenteiden kannattimen sijaintia muuttamalla pyritään yksinkertaistamaan runkorakennetta siten, että suurimmassa osassa taloista selvittäisiin yhdellä kattoristikoihin lovetulla ristikoiden kannattimella seinärunkoon lovetun kannattimen ja mahdollisten lisäpalkkien sijasta. Kannattimeksi tulisikin löytää useimpiin talomalleihin soveltuva kerto- tai liimapuupalkki, jottei palkkia täytyisi mitoittaa erikseen jokaisen talon kohdalla.

Tavoitteena oli liitteen 1 esimerkkilaskelmien avulla selvittää, minkä kokoinen kattoristikoiden kannattimen tulisi olla Mittava Kodin mallistosta esimerkkikohteeksi valitussa yksikerroksisessa pientalossa. Mitoitus tehtiin eurokoodin mukaisesti käsin laskemalla ja tuloksia verrattiin Finnwood-ohjelmalla saatuihin tuloksiin.

Esimerkkikohteen kannatin mitoitettiin sekä kertopuisena että liimapuisena. Kertopuupalkin materiaaliksi valittiin Kerto-S ja liimapuupalkin lujuusluokaksi GL32c. Palkki mitoitettiin yksiaukkoisena, joten laskelmien tulokset ovat varmallalla puolella.

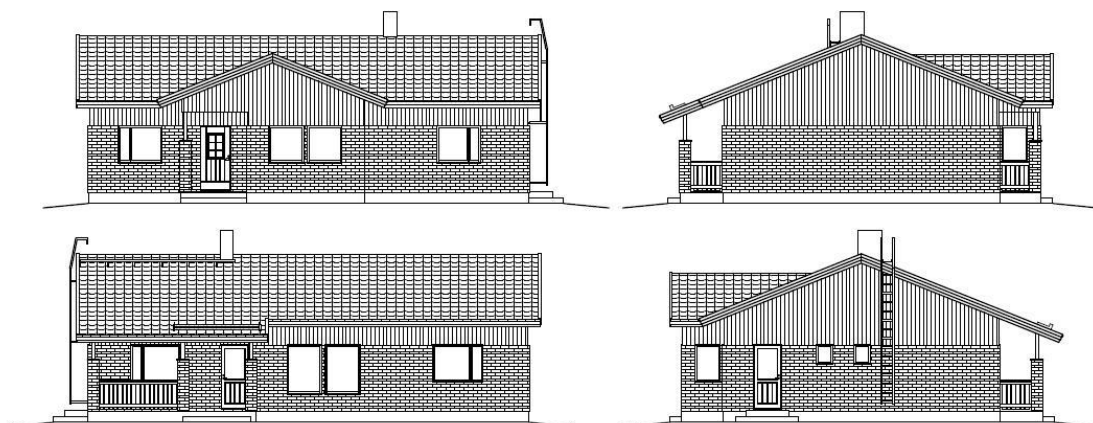
5.1 Topias 120 -talomalli

Esimerkkikohteeksi valittiin Mittava Koti -mallistosta 1-kerroksinen Topias 120 -talomalli. Kattoristikoiden kannatin mitoitettiin makuuhuoneen ($13,2 \text{ m}^2$) ikkuna-aukon kohdalla. Rakennuksen sisämitta kattoristikoiden suunnassa on 8,4 m ja ikkuna-aukon, jonka kohdalla kannatin mitoitettiin, aukkomitta on 1,655 m. (Kuva 3.)



KUVA 3. Esimerkkikohteen pohjapiirros

Kohteen puurankarunko on verhoiltu osittain ulkoverhouslaudalla ja osittain tiilellä. Harjakaton kaltevuus on 1:2.5 ja vesikatteena on tiilikate. (Kuva 4.)



KUVA 4. Esimerkkikohteen julkisivut

5.2 Laskentatulokset

Mitoituksessa päästiin samoihin tuloksiin sekä käsin laskemalla että Finnwood-laskentaohjelmalla. Tarkastelun kohteeksi valitut palkit kestävät yläpohjan omapainon sekä lumikuorman aiheuttamat rasitukset. Kannatin mitoitettiin siten, että se yksin kantaa ristikoiden välittämät kuormat. Kannattimen alapuolella lappeellaan olevaa yläohjauspuuta ei ole huomioitu laskelmissa.

Taulukkoon 1 on koottu Finnwood-ohjelmalla saadut mitoitus tulokset. Kannattimen ja kattoristikon välinen tukipaine ja kiepahdusriski kiepahdusvälin ollessa kattoristikoiden väli ei käy ilmi Finnwood-laskelmista. Nämä on laskettu käsin liitteessä 1 Kerto-S 75x200 -kertopuupalkille ja GL32c 115x270 -liimapuupalkille.

TAULUKKO 1. Finnwood-ohjelmalla saadut mitoitus tulokset (taulukossa oleva tukipaine on kannattimen ja runkotolpan välinen tukipaine)

	Kokonaiskäyttöaste [%]	Leikkausjännitys [%]	Taivutusjännitys [%]	Taipuma [mm]	Tukipaine [%]	Kiepahdusriski
Kerto-S						
75x200	92,3	92,3	63,0	4,6	66,7	-
51x300	98,1	90,4	43,2	2,6	98,1	-
57x260	93,4	93,4	50,6	3,2	87,8	-
63x220	99,8	99,8	62,7	4,3	79,4	-
Liimapuu GL32c						
115x270	85,2	85,2	30,0	1,3	58,0	-
90x315	93,3	93,3	28,6	1,2	74,1	-

5.3 Kannattimen valinta

Kannattimeksi voitaisiin käsin laskujen perusteella valita joko KERTO-S 75x200 -kertopuupalkki tai lujuusluokan GL32c 115x270 -liimapuupalkki ristikon jännevälin ollessa korkeintaan 8,791 m ja ikkuna-aukon leveyden ollessa korkeintaan 1,655 m (liite 1). Finnwood-laskelmien mukaan myös KERTO-S 51x300, 57x260 ja 63x220 sekä lujuusluokan GL32c liimapuupalkki 90x315 sopisivat esimerkkitalon katto-rakenteiden kannattimeksi (liite 2). Saatavuuden ja hinnan perusteella palkin materiaaliksi valitaan kertopuu ja poikkileikkaukseksi 75x200 (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Kannattimeksi soveltuvien palkkien hinnat ja saatavuus

	Hinta [€/jm]	Vakiokoko
Kerto-S		
75x200	10,50	KYLLÄ
51x300	10,71	KYLLÄ
57x260	10,38	EI
63x220	9,70	EI
Liimapuu GL32c		
115x270	18,32	EI
90x315	16,70	KYLLÄ

Kerto-S 51x300 olisi lämpöteknisesti parempi vaihtoehto kannattimeksi, sillä lämmöneristyskerros ulottuisi hieman lähemmäksi rakenteen ulkopintaa. Tukipaine kannattimen ja runkotolpan liitoskohdassa on kuitenkin korkea. Kerto-S 75x200 puolestaan antaa pelivaraa ristikon tukikorkeudessa. Lisäksi palkin etuna on pienempi kiepahdusriski ja laajempi tukipinta. Taipuma jäisi kuitenkin huomattavasti pienemmäksi, jos kannattimeksi valittaisiin liimapuupalkki.

YHTEENVETO

Tämän opinnäyteyön tavoitteena oli tarkastella puurakenteisen pientalon runkorakennemuutosta. Rakennetta suunniteltiin muutettavaksi siten, että runkotalppiin lovettu yläpohjarakenteiden kannatin siirrettäisiin kulkemaan jatkossa yläohjauspuun päällä. Tarkoituksena oli selvittää, mitä kaikkea tulisi ottaa huomioon, mikäli kannatustavaksi valittaisiin kainalokannatus.

Lisäksi Mittava Kodin mallistosta valittiin esimerkkikohde, johon mitoitettiin kattoristikoiden kannatin eurokoodin mukaisesti. Laskelmat suoritettiin käsin laskennan lisäksi puurakenteiden mitoitukseen kehitetyllä Finnwood-laskentaohjelmalla. Kohteen kannatin mitoitettiin sekä kerto- että liimapuisena.

Laskelmien myötä saatiin selville, mitkä kerto- ja liimapuupalkit soveltuisivat esimerkkikohteen kattorakenteiden kannattimeksi. Materiaalihintojen, tuotteiden saatavuuden ja soveltuvuuden perusteella kannattimeksi valittiin Kerto-S 75x200 -kertopuupalkki. Kyseistä palkkia voitaisiin käyttää useimmissa Mittava Kodin 1-kerroksisissa talomalleissa, mutta tästä huolimatta kannattimet tulisi mitoittaa erikseen useiden talojen kohdalla. Vaikka kainalokannatuksesta onkin saatu hyviä kokemuksia, ei Mittava Kodin kannata ainakaan toistaiseksi muuttaa hyväksi todettua ratkaisuaan.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin kattorakenteiden kannattimen mitoitukseen. Lisäksi selvitettiin, mitä kaikkea tulisi ottaa huomioon rakenneratkaisu-muutokseen ryhtyessä. Tietoa kerättiin haastattelemalla Mittava Kodin henkilökuntaa. Kirjoitettua tietoa kainalokannatuksesta saaduista kokemuksista ei juurikaan ole. Mielenkiintoista olisi ollut tutkia myös rakenteen rakennus-fysikaalista käyttäytymistä tarkastelemalla lämmön ja kosteuden kulkua yläpohjaliitoksessa.

LÄHTEET

Eurokoodit. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/eurokoodit>. Hakupäivä 17.1.2013.

Finnwood. Nopea ja helppokäyttöinen mitoitusohjelma. Metsä Wood.
Saatavissa:
<http://www.metsawood.fi/ammattirakentaminen/finnwood/Pages/Default.aspx?z=1e886e23-02cf-498d-abc9-8f40b4018a7b>. Hakupäivä 11.3.2013.

Haataja, Pekka 2013. Myyntipäällikkö, Mittava Koti. Keskustelut keväällä 2013.

Hamari, Lasse 2013. Toimitusjohtaja, Mittava Koti. Keskustelut keväällä 2013.

Kerto. Luja ja mittatarkka kantavien rakenteiden kertopuu. Metsä Wood.
Saatavissa: <http://www.metsawood.fi/tuotteet/kerto/Pages/Default.aspx>.
Hakupäivä 25.2.2013.

Kuningaspalkki liimapuu. Pitkien jännevälien yksilöllinen ja visuaalinen materiaali. Metsä Wood. Saatavissa:
<http://www.metsawood.fi/tuotteet/liimapuu/Pages/Default.aspx>. Hakupäivä 25.2.2013.

Pellinen, Kirsi 2012. Puuelementtirakentamisen uusi teollisuusstandardi RunkoPES julkaistu. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Puuinfon suunnittelijarekisterissä olevat henkilöt. 19.12.2012.

Rakentamismääräykset ja eurokoodisuunnittelu. 2012. Ympäristöministeriö.
Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136425&lan=fi>.
Hakupäivä 11.3.2013.

RT 37933. 2010. Runkorakentamisen tuotteet. Metsäliiton puutuoteteollisuus.
Rakennustieto Oy.

RT 82–10804. 2003. Avoin puurakennusjärjestelmä. Runkorakenteet.
Rakennustieto Oy.

RunkoPes on valmiina käytettäväksi. 2012. Rakennustuote. Rakennuslehti.
Saatavissa: <http://www.rakennuslehti.fi/uutiset/rakennustuote/28090.html>.
Hakupäivä 14.1.2013.

Runkoratkaisut. Tietoa pientaloista. Pientaloteollisuus PTT ry. Saatavissa:
http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tietoa_pientaloista/runkoratkaisut/. Hakupäivä
12.2.2013.

Tikka, Hannu 2013. Suunnittelupäällikkö, Mittava Koti. Keskustelut keväällä
2013.

Toimitussisältö. Tietoa pientaloista. Pientaloteollisuus PTT ry. Saatavissa:
http://www.pientaloteollisuus.fi/fin/tietoa_pientaloista/toimitussisalto/. Hakupäivä
12.2.2013.

Viljakainen, Mikko 2004. Avoin puurakennusjärjestelmä – paikalla
rakentaminen. Wood Focus Oy. Saatavissa:
[http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/a
voin-puurakennusjarjestelma-paikalla-rakentaminen/paikalla-rakentaminen.pdf](http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/avoin-puurakennusjarjestelma-paikalla-rakentaminen/paikalla-rakentaminen.pdf).
Hakupäivä 6.2.2013.

Viljakainen, Mikko 2005. Avoin puurakennusjärjestelmä – suunnitteluperusteet.
Wood Focus Oy. Saatavissa:
[http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/a
voin-puurakennusjarjestelma-
suunnitteluperusteet/suunnitteluperusteetkokoohe.pdf](http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/avoin-puurakennusjarjestelma-suunnitteluperusteet/suunnitteluperusteetkokoohe.pdf). Hakupäivä 7.2.2013.

KATTORISTIKOIDEN KANNATTIMEN MITOITUS

SISÄLTÖ

JOHDANTO	3
RAKENNUKSEN ESITTELY	4
KUORMITUKSET	6
KERTOPUUPALKIN MITOITUS	8
LIIMAPUUPALKIN MITOITUS	19
YHTEENVETO	30
LÄHTEET	31

JOHDANTO

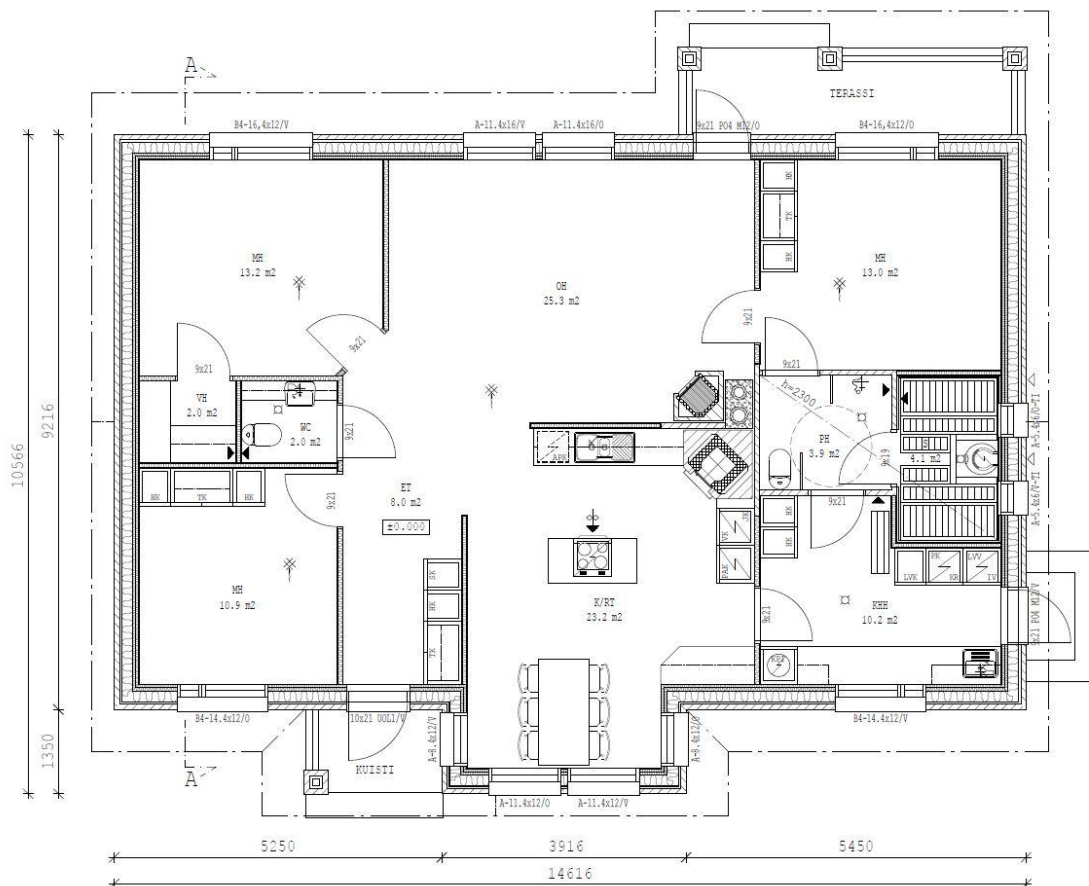
Yläpohjarakenteiden kannattimen sijaintia muuttamalla pyritään yksinkertaistamaan runkorakennetta siten, että suurimmassa osassa taloista selvittäisiin yhdellä kattoristikoihin lovetulla ristikoiden kannattimella seinärunkoon lovetun palkin ja mahdollisten lisäpalkkien sijasta. Kannattimeksi tulisikin löytää useimpiin talomalleihin soveltuva kertopuu- tai liimapuupalkki, jottei palkkia täytyisi mitoittaa erikseen jokaisen talon kohdalla.

Tavoitteena on seuraavien laskelmien avulla selvittää, minkä kokoinen kattoristikoiden kannattimen tulisi olla esimerkkikohteeksi valitussa yksikerroksisessa pientalossa. Mitoitus tehdään eurokoodin mukaisesti käsin laskemalla ja tuloksia verrataan Finnwood-ohjelmalla saatuihin tuloksiin.

Esimerkkikohteeksi valitaan Mittava Kodin mallistosta Topias 120 -talomalli. Kohteen kannatin mitoitetaan sekä kertopuisena että liimapuisena. Kertopuupalkin materiaaliksi valitaan KERTO-S ja liimapuupalkin lujuusluokaksi GL32c. Palkki mitoitetaan yksiaukkoisena, joten laskelmien tulokset ovat varmalla puolella.

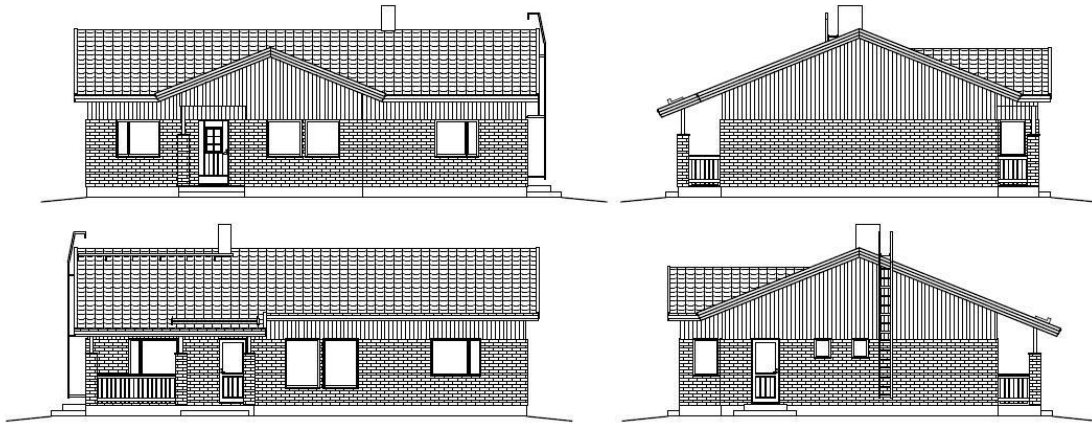
RAKENNUKSEN ESITTELY

Esimerkkikohteeksi valitaan Mittava Koti -mallistosta 1-kerroksinen Topias 120 -talomalli. Rakennuksen sisämitat ovat 8,4 m x 13,8 m. Kattoristikoiden kannatin mitoitetaan makuuhuoneen (13,2 m²) ikkuna-aukon kohdalla. Rakennuksen sisämitta kattoristikoiden suunnassa on 8,4 m ja ikkuna-aukon, jonka kohdalla kannatin mitoitetaan, aukkomitta on 1,655 m. (Kuva 1.)



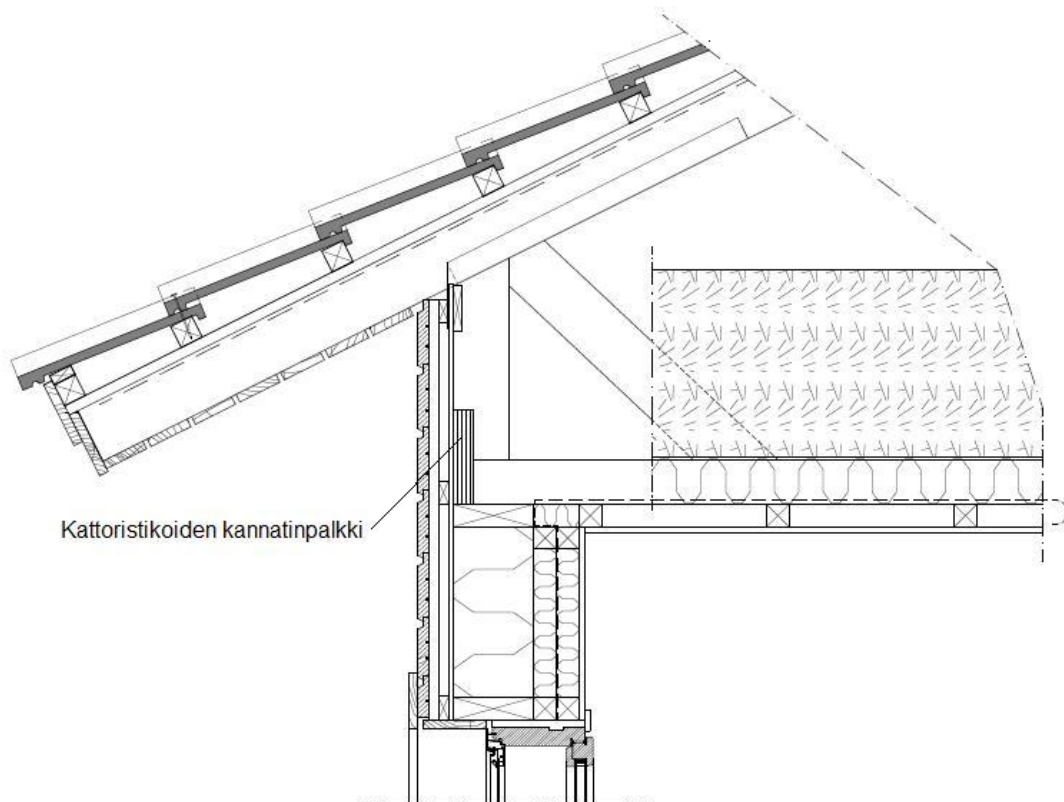
KUVA 1. Esimerkkikohteen pohjapiirros

Kohteen puurankarunko on verhoiltu osittain ulkoverhouslaudalla ja osittain tiilellä. Harjakaton kaltevuus on 1:2.5 ja vesikatteena on tiilikate. (Kuva 2.)



KUVA 2. Esimerkkikohteen julkisivut

Mitoitettava palkki sijaitsee yläohjauspuun päällä kuvan 3 mukaisesti. Palkki mitoitetaan siten, että se yksin kantaa ristikoiden välittämät kuormat. Kannattimen alapuolella lappeellaan olevaa yläohjauspuuta ei ole huomioitu laskelmissa.



KUVA 3. Esimerkkikohteen yläpohjadetalji

KUORMITUKSET

Yläpohjan kuormat koostuvat yläpohjan omapainosta ja lumikuormasta. Tuulenpaineesta johtuvaa kattoon kohdistuvaa ulkoista ja sisäistä painetta ei huomioida seuraavissa laskelmissa, sillä tuulikuorma kuuluu hetkellisiin kuormiin ja näiden kuormien huomiointi kasvattaisi mitoituksessa käytettäviä lujuusarvoja. Tämän vuoksi kannattimen määräävä kuormitustapaus saadaan useimmiten ilman tuulikuormaa. Tuuli on kuitenkin aina huomioitava katon kokonaisjäykistämisessä, kannattimen ankkuroinnissa ja katteen kiinnityksessä.

Palkin kestävyyttä tarkastellaan murtorajatilassa ja taipumaa käyttörajatilassa. Palkki mitoitetaan keskipitkässä aikaluokassa. Käyttöluokka on 1 ja seuraamusluokka CC2.

Omapaino

Ristikkoylepohjan vesikatteenä on tiilikate. Yläpaarten omapainona käytetään arvoa $0,6 \text{ kN/m}^2$ ja alapaarten $0,2 \text{ kN/m}^2$. Näin ollen yläpohjarakenteiden omapaino on yhteensä $0,8 \text{ kN/m}^2$. Ristikkojako on k900 ja ristikon jänneväli $8,791 \text{ m}$.

Lumikuorma

Laskelmissa tutkitaan kuormitustapausta, jossa lunta on koko katon alalla. Yläpohjassa ei ole tasoeroja, joten lumen kinostumista ei tapahdu. Maanpinnan lumikuorman ominaisarvona käytetään arvoa $s_k=2,75 \text{ kN/m}^2$. Harjakaton kaltevuus on 1:2.5 eli noin $21,8^\circ$. Katon kaltevuuskulman ollessa alle 30° lumikuorman muotokertoimenä μ_1 käytetään arvoa 0,8.

$$\Rightarrow \text{katon lumikuorma } s = \mu_1 \cdot s_k = 0,8 \cdot 2,75 \text{ kN/m}^2 = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

Ristikön tukireaktio omapainosta:

$$F_{g,k} = \frac{10,564 \text{ m}}{2} \cdot 0,9 \text{ m} \cdot 0,8 \text{ kN/m}^2 = 3,803 \text{ kN}$$

Ristikön tukireaktio lumikuormasta:

$$F_{q,k} = \frac{10,564 \text{ m}}{2} \cdot 0,9 \text{ m} \cdot 2,2 \text{ kN/m}^2 = 10,458 \text{ kN}$$

Kuormitusyhdistelmä käyttörajatilassa:

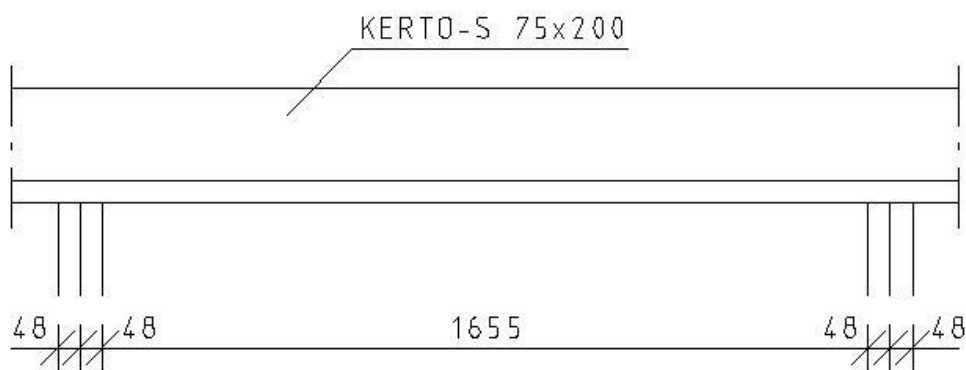
$$F = G_{k,j} + Q_{k,i} = 3,803 \text{ kN} + 10,458 \text{ kN} = 14,261 \text{ kN}$$

Kuormitusyhdistelmä murtorajatilassa:

$$F = 1,15 \cdot G_{k,j} + 1,5 \cdot Q_{k,i} = 1,15 \cdot 3,803 \text{ kN} + 1,5 \cdot 10,458 \text{ kN} = 20,060 \text{ kN}$$

KERTOPUUPALKIN MITOITUS

Mitoitetaan kohteen ulkoseinän ikkuna-aukon ylittävä palkki kertopuisena. Materiaaliksi valitaan KERTO-S ja poikkileikkaukseksi 75x200 mm. Palkki sijaitsee yläohjauspuun päällä ja ikkuna-aukon molemmin puolin on kaksi vierekkäistä runkotolppaa 48x173 mm. (Kuva 4.)



KUVA 4. Ikkuna-aukko ja mitoittettava palkki

Materiaaliominaisuudet

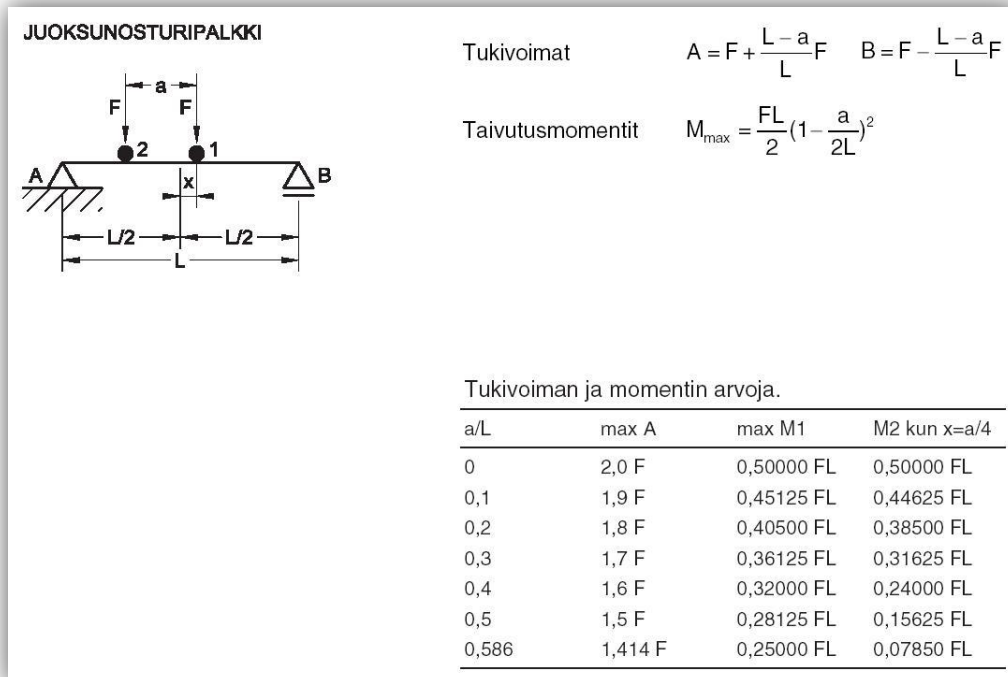
Laskelmissa tarvittavat kertopuupalkin ominaislujuudet ja jäykkyysominaisuudet löytyvät taulukosta 1. Kertopuun (LVL) osavarmuusluku $\gamma_M=1,2$.

TAULUKKO 1. KERTO-S:n ominaislujuuksia ja jäykkyysominaisuuksia

$f_{m,k}$	44,0	N/mm ²
$f_{v,k}$	4,1	N/mm ²
$f_{c,90,edge,k}$	6,0	N/mm ²
E_{mean}	13800	N/mm ²
$E_{0,05}$	11600	N/mm ²
G_{mean}	600	N/mm ²

Palkin laskentamalli taivutus-, leikkaus-, ja taipumamitoituksessa

Määräävä kuormitustapaus taivutus-, leikkaus-, ja taipumamitoituksessa saadaan selville kuvasta 5.



KUVA 5. Laskentamalli taivutus-, leikkaus-, ja taipumamitoituksessa (Rakentajan kalenteri 2005, 58)

$$\frac{a}{L} = \frac{0,9 \text{ m}}{1,751 \text{ m}} = 0,514$$

Suurin taivutusmomentin arvo saadaan lineaarisesti interpoloimalla.

$$x_1 = 0,5 \quad y_1 = 0,28125$$

$$x_2 = 0,586 \quad y_2 = 0,25000$$

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0,28125 - 0,25}{0,5 - 0,586} = -0,363372$$

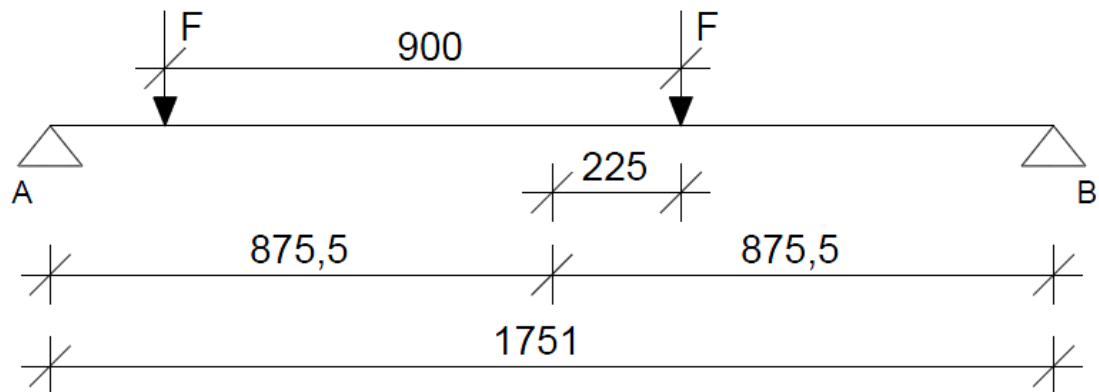
$$x = 0,514$$

$$\Delta x = 0,586 - 0,514 = 0,072$$

$$\Delta y = k \cdot \Delta x = -0,36377 \cdot 0,072 = -0,02616$$

$$y = 0,25000 - (-0,02616) = 0,27616$$

$$\Rightarrow \max M1 = 0,27616 \cdot FL = 0,27616 \cdot 20,060 \text{ kN} \cdot 1,751 \text{ m} = 9,700 \text{ kNm}$$

TAIVUTUSKESTÄVYYS (MRT)*KUVA 6. Palkin laskentamalli taivutusmitoituksessa*

Mitoitusehto: $\sigma_{m,d} < f_{m,d}$

$$M_{d,max} = 9,700 \text{ kNm}$$

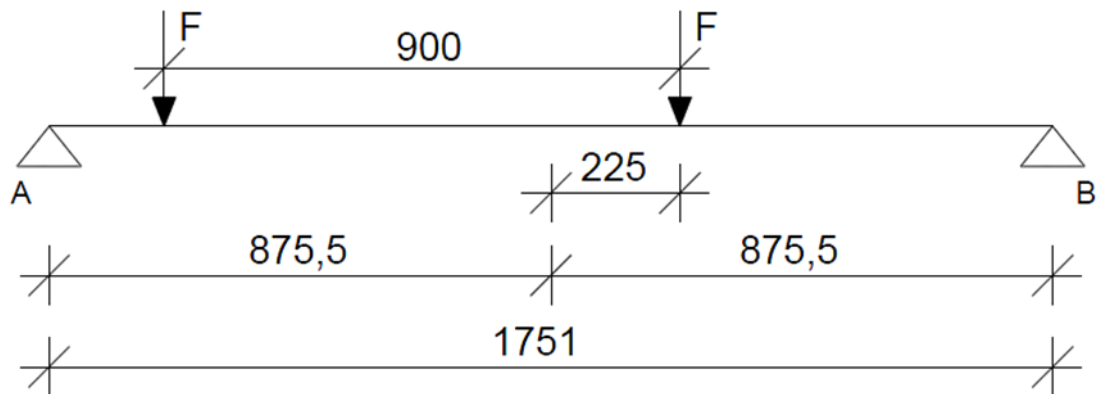
$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{75 \text{ mm} \cdot (200 \text{ mm})^2}{6} = 500\,000 \text{ mm}^3$$

$$f_{m,d} = \frac{k_h \cdot k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,05 \cdot 0,8 \cdot 44,0 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 30,800 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,max}}{W} = \frac{9\,700\,000 \text{ Nmm}}{500\,000 \text{ mm}^3} = 19,400 \text{ N/mm}^2$$

$$19,400 \text{ N/mm}^2 < 30,800 \text{ N/mm}^2 \text{ (Käyttöaste 63,0 \%)}$$

⇒ **KERTO-S 75x200 kestää taivutusrasituksen.**

LEIKKAUSKESTÄVYYS (MRT)

KUVA 7. Palkin laskentamalli leikkausmitoituksessa

Mitoitusehto: $\tau_d < f_{v,d}$

$$V_{d,max} = (1,551 \text{ m} / 1,751 \text{ m} + 0,651 \text{ m} / 1,751 \text{ m}) \cdot 20,060 \text{ kN} = 25,227 \text{ kN}$$

$$A = 75 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm} = 15\,000 \text{ mm}^2$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 4,1 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 2,733 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,max}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{25\,227 \text{ N}}{15\,000 \text{ mm}^2} = 2,523 \text{ N/mm}^2$$

$$2,523 \text{ N/mm}^2 < 2,733 \text{ N/mm}^2 \text{ (Käyttöaste 92,3 \%)}$$

⇒ **KERTO-S 75x200 kestää leikkausrasituksen.**

TUKIPAIN (MRT)

Tarkastellaan kattoristikon ja kannatinpalkin välistä tukipainetta. (Syysuuntaa vastaan kohtisuora puristus.)

$$\text{Mitoitusehto: } \sigma_{c,90,d} < k_{c,\perp} \cdot f_{c,90,d}$$

$$N_d = 20,060 \text{ kN}$$

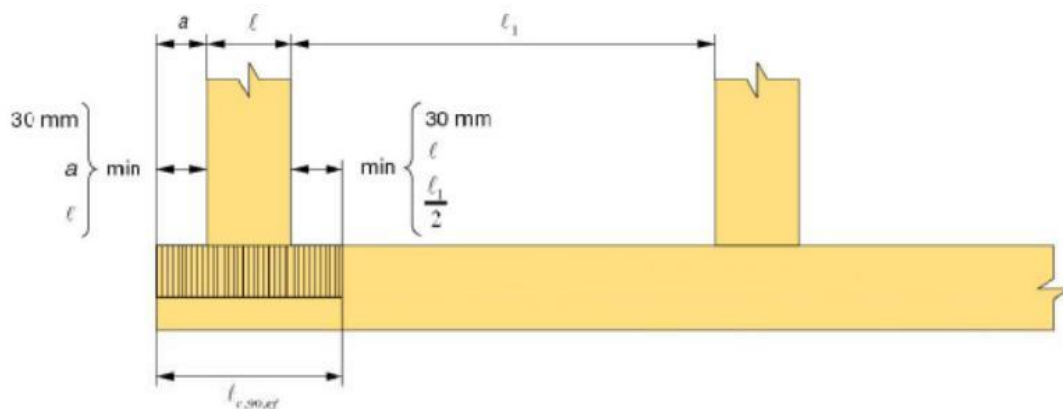
Puristuspinta-ala

$$A = 42 \text{ mm} \cdot 75 \text{ mm} = 3\,150 \text{ mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 6,0 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 4,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{20\,060 \text{ N}}{3\,150 \text{ mm}^2} = 6,368 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{c,90,ef}}{l_A \cdot k_{c,90}}$$



KUVA 8. Tehollinen kosketuspinnan pituus (RIL 205-1-2009, 67)

$$\Rightarrow l_{c,90,ef} = 30 \text{ mm} + 42 \text{ mm} + 30 \text{ mm} = 102 \text{ mm}$$

$$k_{c,\perp} = 102 \text{ mm} / 42 \text{ mm} \cdot 1,0 = 2,429$$

$$6,368 \text{ N/mm}^2 < 2,429 \cdot 4,0 \text{ N/mm}^2 = 9,716 \text{ N/mm}^2 \text{ (Käyttöaste 65,5 \%)}$$

\Rightarrow KERTO-S 75x200 kestää poikittaisen puristusrasituksen.

KIEPAHDUS (MRT)

Kiepahdustarkastelussa kiepahdustukiväli on kattoristikoiden väli.

$$a = 900 \text{ mm}$$

⇒ Palkin tehollinen pituus kiepahduksessa

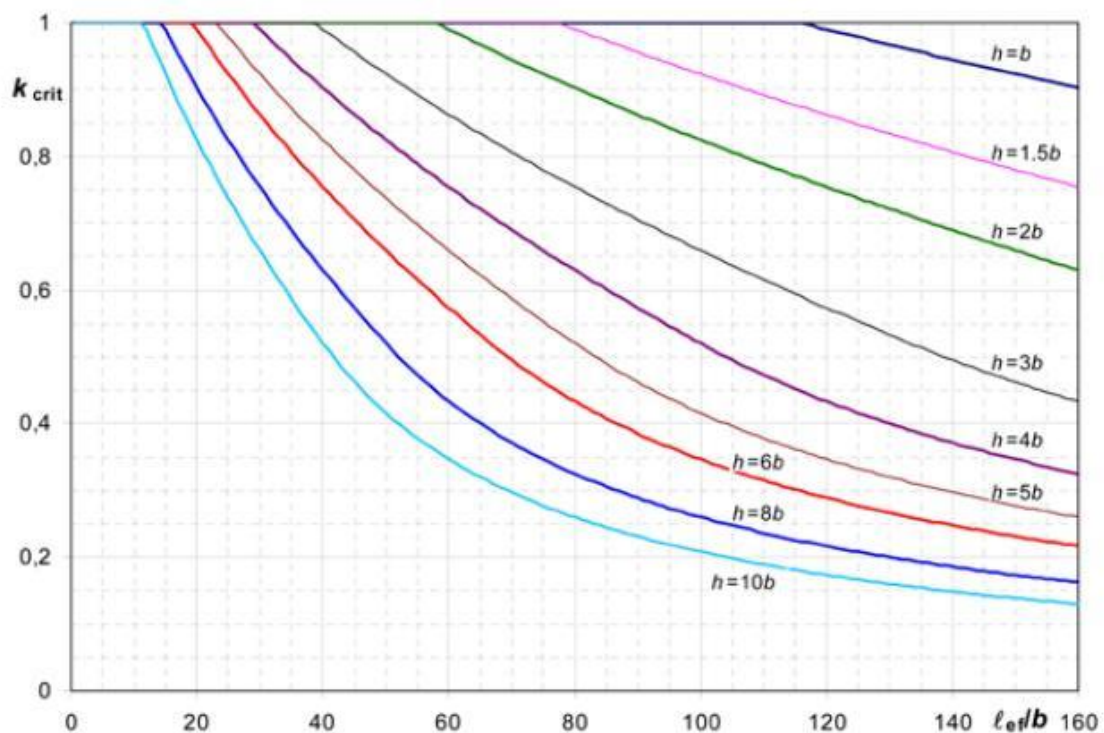
$$l_{\text{ef}} = a + 2h = 900 \text{ mm} + 2 \cdot 200 \text{ mm} = 1\,300 \text{ mm}$$

Tarkastelu käyrän avulla:

Oletetaan ettei kiepahdus vähennä palkin taivutuskestävyyttä.

$$\Rightarrow k_{\text{crit}} = 1$$

Katsotaan kuvan 12 käyrästä riittääkö tuenta. Käyrästä saatu tulos on varmalla puolella, sillä käyrä on sahatavaran C30 mukainen.



KUVA 9. Kiepahduskertoimen k_{crit} riippuvuus tehollisen pituuden l_{ef} suhteesta palkin leveyteen b sahatavaran lujuusluokassa C30, kun h on palkin korkeus (Eurokoodi 5 Lyhennetty ohje. 2011, 27)

$$\frac{h}{b} = \frac{200 \text{ mm}}{75 \text{ mm}} = 2,667$$

$$\frac{l_{ef}}{b} \cong 48$$

$$\Rightarrow l_{ef} = 48 \cdot 75 \text{ mm} = 3\,600 \text{ mm}$$

$$3\,600 \text{ mm} > 1\,300 \text{ mm}$$

\Rightarrow KERTO-S 75x200 ei kiepahda.

Tarkastelu laskemalla:

$$k_{crit} = 1 \qquad \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

Suhteellinen hoikkuus:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{m,crit} = \frac{f_{m,k}}{\lambda_{rel,m}^2} = \frac{44 \text{ N/mm}^2}{0,75^2} = 78,222 \text{ N/mm}^2$$

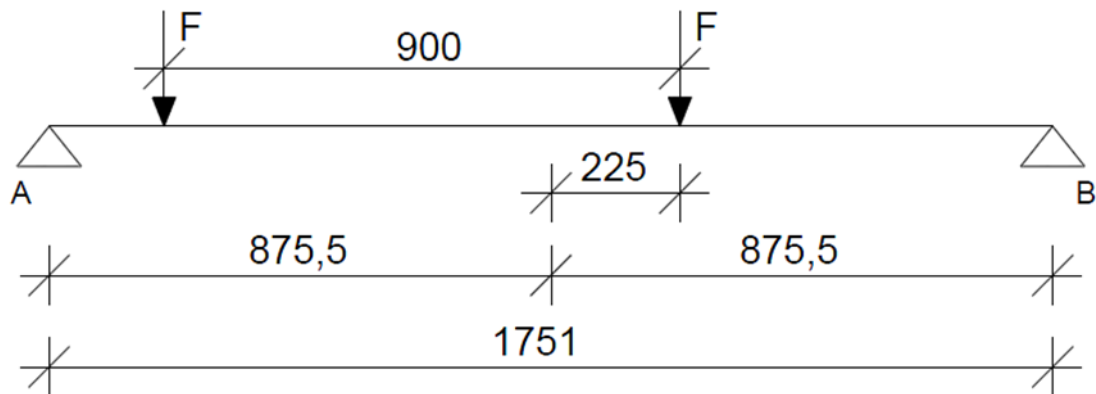
Suorakaidepoikkileikkaus:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{c \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l_{ef}} = \frac{0,58 \cdot (75 \text{ mm})^2 \cdot 11\,600 \text{ N/mm}^2}{200 \text{ mm} \cdot l_{ef}}$$

$$\Rightarrow l_{ef} \leq \frac{0,58 \cdot (75 \text{ mm})^2 \cdot 11\,600 \text{ N/mm}^2}{200 \text{ mm} \cdot 78,222 \text{ N/mm}^2} = 2\,419,08 \text{ mm}$$

$$2\,419 \text{ mm} > 1\,300 \text{ mm}$$

\Rightarrow KERTO-S 75x200 ei kiepahda.

TAIPUMA (KRT)

KUVA 10. Palkin laskentamalli taipuman laskennassa

Tarkistetaan käyttörajatilassa, ettei palkin taipuma ylitä sallittua taipumaa.

$$F = 14,261 \text{ kN}$$

$$\frac{L}{h} = \frac{1751 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 8.755 < 12$$

⇒ Leikkausvoiman aiheuttama lisätaipuma huomioidaan.

Yksikkökuorman 1 kN aiheuttama referenssitaipuma w_{ref} :

$$w = \frac{\alpha(1-\beta)(2\beta-\beta^2-\alpha^2)}{6} \cdot \frac{FL^3}{EI} + \alpha(1-\beta) \frac{FL}{J}$$

$$x = \alpha L \Rightarrow \alpha = \frac{x}{L} = \frac{1751/2}{1751} = 0,5$$

$$x_F = \beta L \Rightarrow \beta = \frac{x_F}{L}$$

$$\beta_1 = \frac{x_{F1}}{L} = \frac{1550,5}{1751} = 0,885$$

$$\beta_2 = \frac{x_{F2}}{L} = \frac{1100,5}{1751} = 0,628$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{75 \text{ mm} \cdot (200 \text{ mm})^3}{12} = 50\,000\,000 \text{ mm}^4$$

$$J = \frac{5}{6} GA = \frac{5}{6} \cdot 600 \text{ N/mm}^2 \cdot 75 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm} = 7\,500\,000 \text{ N}$$

$$w_1 = \frac{0,5(1 - 0,885)(2 \cdot 0,885 - 0,885^2 - 0,5^2)}{6} \cdot \frac{1000 \text{ N} \cdot (1\,751 \text{ mm})^3}{13\,800 \text{ N/mm}^2 \cdot 50\,000\,000 \text{ mm}^4}$$

$$+ 0,5(1 - 0,885) \cdot \frac{1\,000 \text{ N} \cdot 1\,751 \text{ mm}}{7\,500\,000} = 0,068361$$

$$w_2 = \frac{0,5(1 - 0,628)(2 \cdot 0,628 - 0,628^2 - 0,5^2)}{6} \cdot \frac{1000 \text{ N} \cdot (1\,751 \text{ mm})^3}{13\,800 \text{ N/mm}^2 \cdot 50\,000\,000 \text{ mm}^4}$$

$$+ 0,5(1 - 0,628) \cdot \frac{1\,000 \text{ N} \cdot 1\,751 \text{ mm}}{7\,500\,000 \text{ N}} = 0,190944$$

$$w_{\text{ref}} = w_1 + w_2 = 0,2593$$

Merkitään seuraaviin kaavoihin yksikkökuorman taipuma $w_{\text{ref}} = 0,2593 \text{ mm/kN}$, jotta saadaan yksiköt täsmäämään.

Hetkellinen taipuma:

$$w_{G,\text{inst}} = w_{\text{ref}} \cdot F_G = 0,2593 \text{ mm/kN} \cdot 3,803 \text{ kN} = 0,9861 \text{ mm}$$

$$w_{Q,\text{inst}} = w_{\text{ref}} \cdot F_Q = 0,2593 \text{ mm/kN} \cdot 10,458 \text{ kN} = 2,7118 \text{ mm}$$

$$w_{\text{inst}} = w_{G,\text{inst}} + w_{Q,\text{inst}} = 3,6979 \text{ mm}$$

Lopputaipuma:

$$w_{G,\text{fin}} = w_{G,\text{inst}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 0,9861 \text{ mm} \cdot (1 + 0,6) = 1,5778 \text{ mm}$$

$$w_{Q,\text{fin}} = w_{Q,\text{inst}} \cdot (1 + \Psi_2 \cdot k_{\text{def}}) = 2,7118 \text{ mm} \cdot (1 + 0,2 \cdot 0,6) = 3,0372 \text{ mm}$$

Kokonaistaipuma:

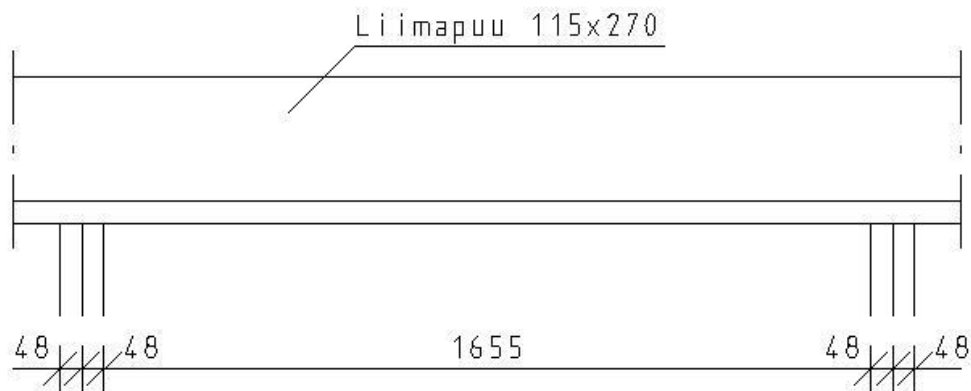
$$w_{\text{net,fin}} = w_{\text{G,fin}} + w_{\text{Q,fin}} = 1,5778 \text{ mm} + 3,0372 \text{ mm} = 4,615 \text{ mm}$$

$$4,615 \text{ mm} < L/300 = 1\,751 \text{ mm}/300 = 5,837 \text{ mm} \text{ (Käyttöaste 79,1 \%)}$$

⇒ **KERTO-S 75x200 ei taivu liikaa.**

LIIMAPUUPALKIN MITOITUS

Seuraavaksi mitoitetaan kannatin liimapuisena. Lujuusluokaksi valitaan GL32c ja poikkileikkaukseksi 115x270 (kuva 11).



KUVA 11. Ikkuna-aukko ja mitoitettava palkki

MATERIAALIOMINAISUUDET

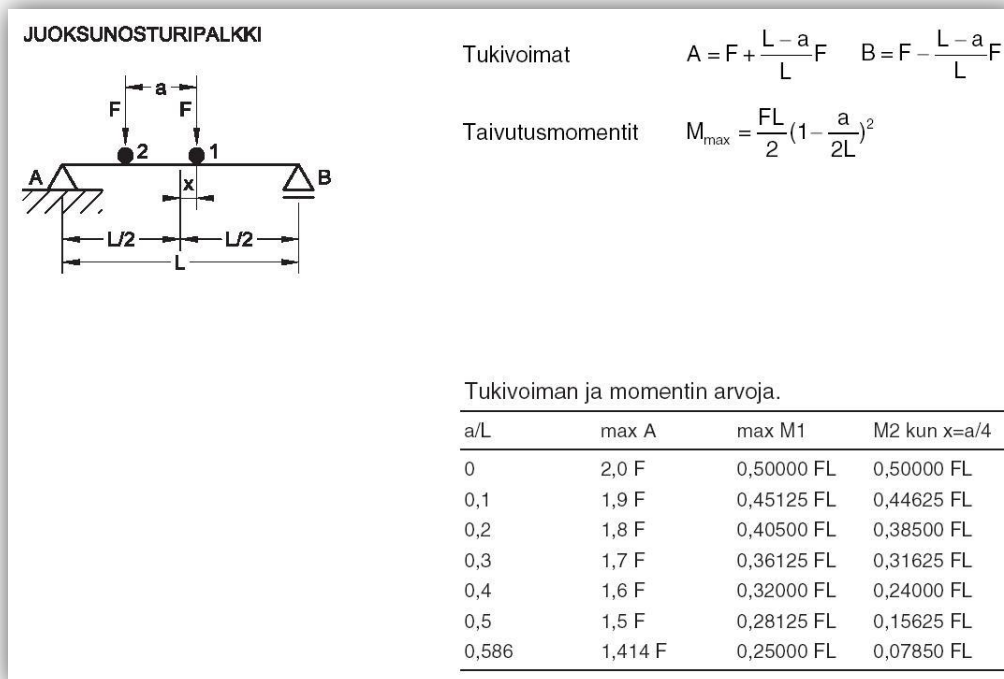
Laskelmissa tarvittavat liimapuupalkin ominaislujuudet ja jäykkyysominaisuudet löytyvät taulukosta 2. Liimapuun osavarmuusluku $\gamma_M=1,2$.

TAULUKKO 2. Liimapuun GL32c ominaislujuuksia ja jäykkyysominaisuuksia

$f_{m,k}$	32,0	N/mm ²
$f_{v,k}$	3,2	N/mm ²
$f_{c,90,k}$	3,0	N/mm ²
$E_{0,mean}$	13700	N/mm ²
G_{mean}	780	N/mm ²

Palkin laskentamalli taivutus-, leikkaus-, ja taipumamitoituksessa

Määräävä kuormitustapaus taivutus-, leikkaus- ja taipumamitoituksessa saadaan selville kuvasta 12.



KUVA 12. Laskentamalli taivutus-, leikkaus-, ja taipumamitoituksessa (Rakentajan kalenteri 2005, 58)

$$\frac{a}{L} = \frac{0,9 \text{ m}}{1,751 \text{ m}} = 0,514$$

Suurin taivutusmomentin arvo saadaan lineaarisesti interpoloimalla.

$$x_1 = 0,5 \quad y_1 = 0,28125$$

$$x_2 = 0,586 \quad y_2 = 0,25000$$

$$k = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0,28125 - 0,25}{0,5 - 0,586} = -0,363372$$

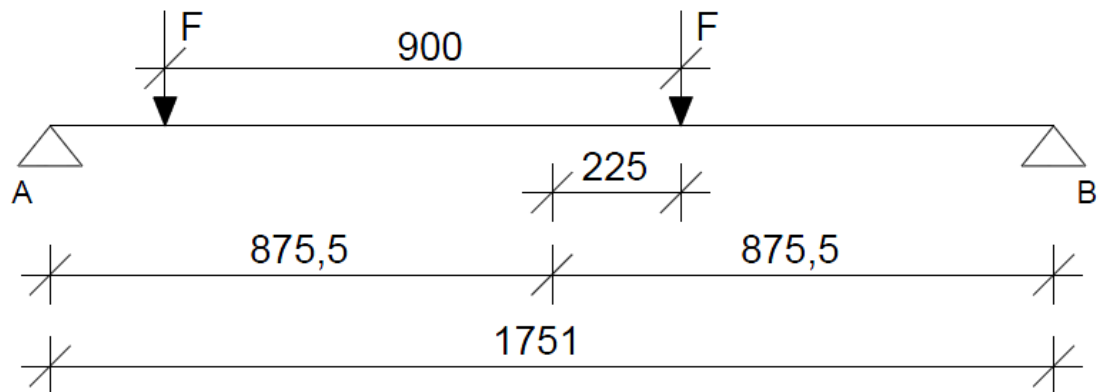
$$x = 0,514$$

$$\Delta x = 0,586 - 0,514 = 0,072$$

$$\Delta y = k \cdot \Delta x = -0,36377 \cdot 0,072 = -0,02616$$

$$y = 0,25000 - (-0,02616) = 0,27616$$

$$\Rightarrow \max M1 = 0,27616 \cdot FL = 0,27616 \cdot 20,060 \text{ kN} \cdot 1,751 \text{ m} = 9,700 \text{ kNm}$$

TAIVUTUSKESTÄVYYS (MRT)

KUVA 13. Palkin laskentamalli taivutusmitoituksessa

Mitoitusehto: $\sigma_{m,d} < f_{m,d}$

$$M_{d,max} = 9,700 \text{ kNm}$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{115 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm})^2}{6} = 1\,397\,250 \text{ mm}^3$$

Kokovaikutus huomiotava:

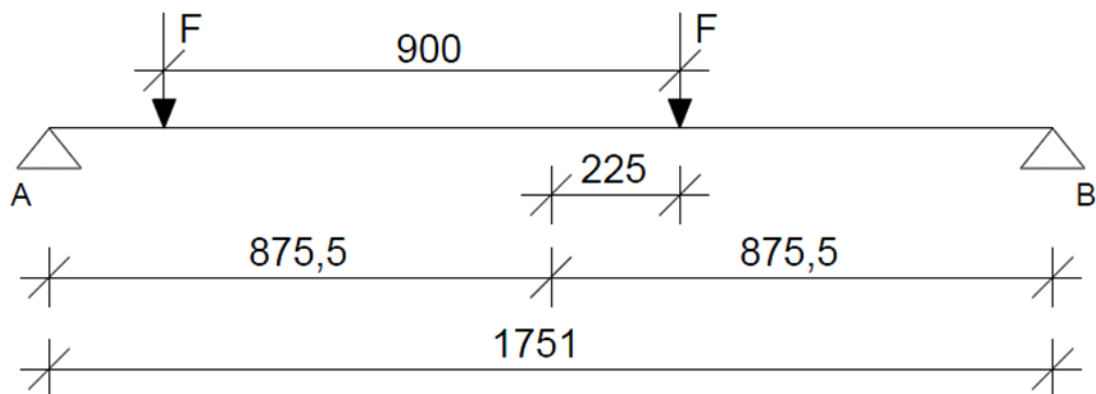
$$k_h = \left(\frac{600}{h}\right)^{0,1} = \left(\frac{600}{270}\right)^{0,1} = 1,083 < 1,1$$

$$f_{m,d} = \frac{k_h \cdot k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} = \frac{1,08 \cdot 0,8 \cdot 32,0 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 23,04 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{d,max}}{W} = \frac{9\,700\,000 \text{ Nmm}}{1\,397\,250 \text{ mm}^3} = 6,942 \text{ N/mm}^2$$

$$6,942 \text{ N/mm}^2 < 23,040 \text{ N/mm}^2 \text{ (Käyttöaste 30,1 \%)}$$

⇒ Liimapuu GL32c 115x270 kestää taivutusrasituksen.

LEIKKAUSKESTÄVYYS (MRT)

KUVA 14. Palkin laskentamalli leikkausmitoituksessa

Mitoitusehto: $\tau_d < f_{v,d}$

Liimapuun halkeilu on otettava huomioon käyttöluokan ollessa 1.

\Rightarrow Palkin tehollinen leveys $b_{ef} = 0,67 \cdot 115 \text{ mm} = 77,05 \text{ mm}$

$$A = 77,05 \text{ mm} \cdot 270 \text{ mm} = 20\,804 \text{ mm}^2$$

$$V_{d,max} = (1,551 \text{ m} / 1,751 \text{ m} + 0,651 \text{ m} / 1,751 \text{ m}) \cdot 20,060 \text{ kN} = 25,227 \text{ kN}$$

$$f_{v,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 3,2 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 2,133 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d,max}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{25\,227 \text{ N}}{20\,804 \text{ mm}^2} = 1,819 \text{ N/mm}^2$$

$$1,819 \text{ N/mm}^2 < 2,133 \text{ N/mm}^2 \text{ (Käyttöaste 85,3 \%)}$$

\Rightarrow Liimapuu GL32c 115x270 kestää leikkausrasituksen.

TUKIPAIN (MRT)

Tarkastellaan kattoristikon ja kannatinpalkin välistä tukipainetta. (Syysuuntaa vastaan kohtisuora puristus.)

Mitoitusehto: $\sigma_{c,90,d} < k_{c,\perp} \cdot f_{c,90,d}$

$$N_d = 20,060 \text{ kN}$$

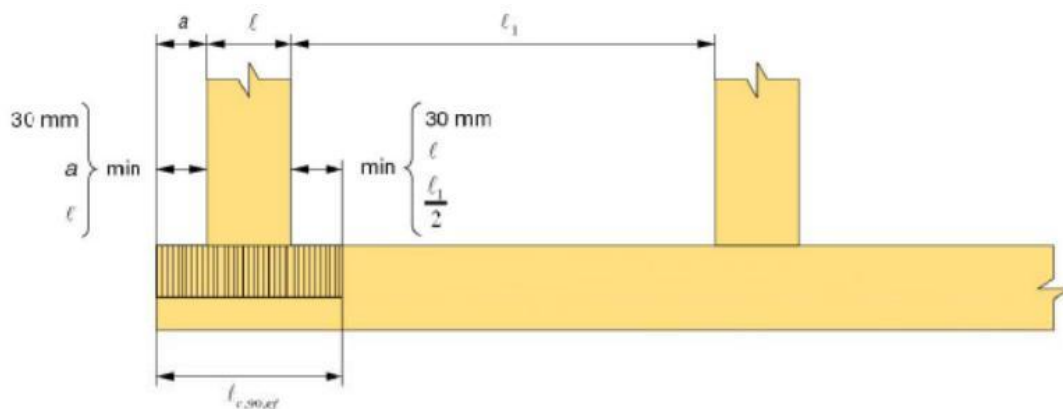
Puristuspinta-ala

$$A = 42 \text{ mm} \cdot 115 \text{ mm} = 4\,830 \text{ mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} = \frac{0,8 \cdot 3,0 \text{ N/mm}^2}{1,2} = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{N_d}{A} = \frac{20\,060 \text{ N}}{4\,830 \text{ mm}^2} = 4,153 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{c,\perp} = \frac{l_{c,90,ef}}{l_A \cdot k_{c,90}}$$



KUVA 15. Tehollinen kosketuspinnan pituus (RIL 205-1-2009, 67)

$$\Rightarrow l_{c,90,ef} = 30 \text{ mm} + 42 \text{ mm} + 30 \text{ mm} = 102 \text{ mm}$$

$$k_{c,\perp} = 102 \text{ mm} / 42 \text{ mm} \cdot 1,5 = 3,643$$

$$4,153 \text{ N/mm}^2 < 3,643 \cdot 2,0 \text{ N/mm}^2 = 7,286 \text{ N/mm}^2 \text{ (Käyttöaste 57,0 \%)}$$

\Rightarrow Liimapuu GL32c 115x270 kestää poikittaisen puristusrasituksen.

KIEPAHDUS (MRT)

Kiepahdustarkastelussa kiepahdustukiväli on kattoristikoiden väli

$$a = 900 \text{ mm}$$

⇒ Palkin tehollinen pituus kiepahduksessa

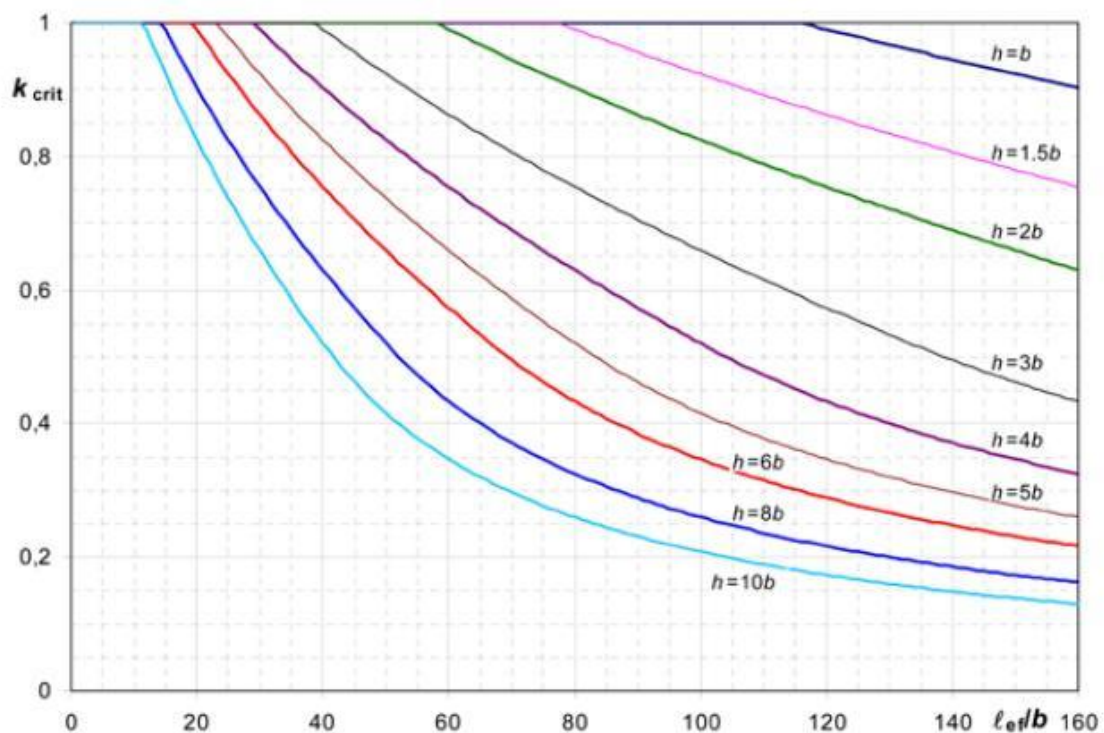
$$l_{\text{ef}} = a + 2h = 900 \text{ mm} + 2 \cdot 270 \text{ mm} = 1\,440 \text{ mm}$$

Tarkastelu käyrän avulla

Oletetaan ettei kiepahdus vähennä palkin taivutuskestävyyttä:

$$\Rightarrow k_{\text{crit}} = 1$$

Katsotaan kuvan 16 käyrästä riittääkö tuenta. Käyrästä saatu tulos on varmalla puolella, sillä käyrä on sahatavaran C30 mukainen.



KUVA 16. Kiepahduskertoimen k_{crit} riippuvuus tehollisen pituuden l_{ef} suhteesta palkin leveyteen b sahatavaran lujuusluokassa C30, kun h on palkin korkeus (Eurokoodi 5 Lyhennetty ohje. 2011, 27)

$$\frac{h}{b} = \frac{270 \text{ mm}}{115 \text{ mm}} = 2,348$$

$$\frac{l_{ef}}{b} \cong 50$$

$$\Rightarrow l_{ef} = 50 \cdot 115 \text{ mm} = 5\,750 \text{ mm}$$

$$5\,750 \text{ mm} > 1\,440 \text{ mm}$$

\Rightarrow Liimapuu GL32c 115x270 ei kiepahda.

Tarkastelu laskemalla:

$$k_{crit} = 1 \qquad \lambda_{rel,m} \leq 0,75$$

Suhteellinen hoikkuus:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{m,crit} = \frac{f_{m,k}}{\lambda_{rel,m}^2} = \frac{32 \text{ N/mm}^2}{0,75^2} = 56,889 \text{ N/mm}^2$$

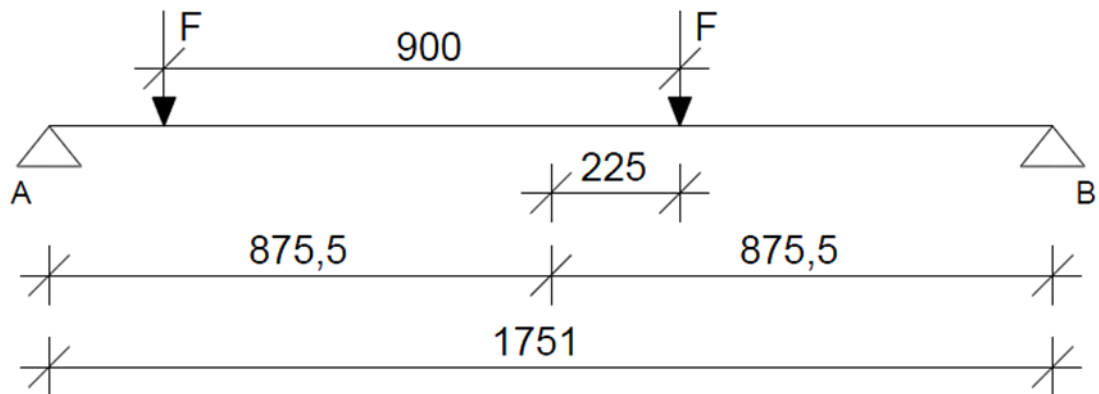
Suorakaidepoikkileikkaus:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{c \cdot b^2 \cdot E_{0,05}}{h \cdot l_{ef}} = \frac{0,71 \cdot (115 \text{ mm})^2 \cdot 11\,100 \text{ N/mm}^2}{270 \text{ mm} \cdot l_{ef}}$$

$$\Rightarrow l_{ef} \leq \frac{0,71 \cdot (115 \text{ mm})^2 \cdot 11\,100 \text{ N/mm}^2}{270 \text{ mm} \cdot 56,889 \text{ N/mm}^2} = 6\,785,55 \text{ mm}$$

$$6\,786 \text{ mm} > 1\,300 \text{ mm}$$

\Rightarrow Liimapuu GL32c 115x270 ei kiepahda.

TAIPUMA (KRT)*KUVA 17. Palkin laskentamalli taipuman laskennassa*

Tarkistetaan käyttörajatilassa, ettei palkin taipuma ylitä sallittua taipumaa.

$$F = 14,261 \text{ kN}$$

$$\frac{L}{h} = \frac{1751 \text{ mm}}{270 \text{ mm}} = 6,485 < 12$$

⇒ Leikkausvoiman aiheuttama lisätaipuma huomioidaan.

Yksikkökuorman 1 kN aiheuttama referenssitaipuma w_{ref} :

$$w = \frac{\alpha(1 - \beta)(2\beta - \beta^2 - \alpha^2)}{6} \cdot \frac{FL^3}{EI} + \alpha(1 - \beta) \frac{FL}{J}$$

$$x = \alpha L \Rightarrow \alpha = \frac{x}{L} = \frac{1751/2}{1751} = 0,5$$

$$x_F = \beta L \Rightarrow \beta = \frac{x_F}{L}$$

$$\beta_1 = \frac{x_{F1}}{L} = \frac{1550,5}{1751} = 0,885$$

$$\beta_2 = \frac{x_{F2}}{L} = \frac{1100,5}{1751} = 0,628$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{115 \text{ mm} \cdot (270 \text{ mm})^3}{12} = 188\,628\,750 \text{ mm}^4$$

$$J = \frac{5}{6} GA = \frac{5}{6} \cdot 780 \text{ N/mm}^2 \cdot 115 \text{ mm} \cdot 270 \text{ mm} = 20\,182\,500 \text{ N}$$

$$w_1 = \frac{0,5(1 - 0,885)(2 \cdot 0,885 - 0,885^2 - 0,5^2)}{6} \cdot \frac{1\,000 \text{ N} \cdot (1\,751 \text{ mm})^3}{13\,700 \text{ N/mm}^2 \cdot 188\,628\,750 \text{ mm}^4}$$

$$+ 0,5(1 - 0,885) \cdot \frac{1\,000 \text{ N} \cdot 1\,751 \text{ mm}}{20\,182\,500 \text{ N}} = 0,019657$$

$$w_2 = \frac{0,5(1 - 0,628)(2 \cdot 0,628 - 0,628^2 - 0,5^2)}{6} \cdot \frac{1\,000 \text{ N} \cdot (1\,751 \text{ mm})^3}{13\,700 \text{ N/mm}^2 \cdot 188\,628\,750 \text{ mm}^4}$$

$$+ 0,5(1 - 0,628) \cdot \frac{1\,000 \text{ N} \cdot 1\,751 \text{ mm}}{20\,182\,500 \text{ N}} = 0,055526$$

$$w_{\text{ref}} = w_1 + w_2 = 0,075183$$

Merkitään seuraaviin kaavoihin yksikkökuorman taipuma $w_{\text{ref}} = 0,0752 \text{ mm/kN}$, jotta saadaan yksiköt täsmäämään.

Hetkellinen taipuma:

$$w_{G,\text{inst}} = w_{\text{ref}} \cdot F_G = 0,0752 \text{ mm/kN} \cdot 3,803 \text{ kN} = 0,2860 \text{ mm}$$

$$w_{Q,\text{inst}} = w_{\text{ref}} \cdot F_Q = 0,0752 \text{ mm/kN} \cdot 10,458 \text{ kN} = 0,7864 \text{ mm}$$

$$w_{\text{inst}} = w_{G,\text{inst}} + w_{Q,\text{inst}} = 1,07 \text{ mm}$$

Lopputaipuma:

$$w_{G,\text{fin}} = w_{G,\text{inst}} \cdot (1 + k_{\text{def}}) = 0,2860 \text{ mm} \cdot (1 + 0,6) = 0,4576 \text{ mm}$$

$$w_{Q,\text{fin}} = w_{Q,\text{inst}} \cdot (1 + \Psi_2 \cdot k_{\text{def}}) = 0,7864 \text{ mm} \cdot (1 + 0,2 \cdot 0,6) = 0,8808 \text{ mm}$$

Kokonaistaipuma:

$$w_{\text{net,fin}} = w_{\text{G,fin}} + w_{\text{Q,fin}} = 0,4576 \text{ mm} + 0,8808 \text{ mm} = 1,34 \text{ mm}$$

$$1,34 \text{ mm} < L/300 = 1\,751 \text{ mm}/300 = 5,837 \text{ mm} \text{ (Käyttöaste 23,0 \%)}$$

⇒ **Liimapuu GL32c 115x270 ei taivu liikaa.**

YHTEENVETO

Esimerkkikohteeksi valittuun Topias 120 -talomalliin mitoitettiin kattoristikoiden kannatin sekä käsin laskemalla että Finnwood -laskentaohjelmalla. Menetelmillä päästiin samoihin tuloksiin ja tarkastelun kohteeksi valitut palkit kestivät yläpohjan omapainon sekä lumikuorman aiheuttamat rasitukset.

Kannattimeksi voitaisiin siis valita joko KERTO-S 75x200 -kertopuupalkki tai lujuusluokan GL32c 115x270 -liimapuupalkki ristikon jännevälillä ollessa korkeintaan 8,791 m ja ikkuna-aukon leveyden ollessa korkeintaan 1,655 m.

Finnwood-laskelmien mukaan myös KERTO-S 51x300, 57x260 ja 63x220 sekä lujuusluokan GL32c liimapuupalkki 90x315 sopisivat esimerkkitalon katto-rakenteiden kannattimeksi.

Kannatin on mitoitettu siten, että se yksin kantaa ristikoiden välittämät kuormat. Kannattimen alapuolella lappeellaan olevaa yläohjauspuuta ei ole huomioitu laskelmissa. Laskelmien tulokset ovat varmalla puolella, sillä palkki on mitoitettu yksiaukkoisena.

LÄHTEET

EC5 Sovelluslaskelmat. 2010. Asuinrakennus. Puuinfo. Saatavissa:
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodit-ja-standardit/ec5-sovelluslaskelmat-asuinrakennus/ec5-sovelluslaskelmat-asuinrakennus0.pdf>. Hakupäivä 8.2.2013.

Eurokoodi 5 Lyhennetty ohje. 2011. Puurakenteiden suunnittelu. Puuinfo. Saatavissa:
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/eurokoodit/eurokoodi-5-lyhennetty-ohje-puurakenteiden-suunnittelu/eurokoodi-5-lyhennetty-suunnitteluohje-www-kolmas-painos-1492011.pdf>. Hakupäivä 8.2.2013.

Kilpinen, Pekka 2012. T512905. Puurakenteet 1. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Kilpinen, Pekka 2012. T513003. Puurakenteet 2. Opintojakson oppimateriaali keväällä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

Rakentajan kalenteri. 2005. 89. vuosikerta. Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry. Rakennustietosäätiö RTS. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RIL 201-1-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 201-2-2011. Suunnitteluperusteet ja rakenteiden kuormat. Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 205-1-2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 205-2-2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

FINNWOOD-LASKELMAT

SISÄLTÖ

KERTO-S 51x300	3
KERTO-S 57x260	7
KERTO-S 63x220	11
KERTO-S 75x200	15
LIIMAPUU GL32c 90x315	19
LIIMAPUU GL32c 115x270	23

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kattokannattimen mitoitus

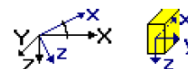
Anna-Riikka Paananen

10.4.2013

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Anna-Riikka Paananen

Nimi: Kattokannattimen mitoitus

J:\Palkinmitoitus.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta

Materiaali: KERTO-S syrjällään

Poikkileikkaus: 51x300 (varastokoko)

(B=51 mm, H=300 mm, A=15300 mm², I_y=114750000 mm⁴, W_y=765000 mm³)

Käyttöluokka: 1

Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuomille)

Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke-/jänneväli: Vaakamitta [mm]:

Jänneväli 1: 1751.0

Yhteensä: 1751.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	96	Liukutuki (Z)
2:	1751	96	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f_{m,k} (M_y): 44.00 N/mm²

f_{m,k} (M_z): 50.00 N/mm²

f_{c,0,k}: 35.00 N/mm²

f_{c,90,k}: 6.00 N/mm²

f_{t,0,k}: 36.15 N/mm²

f_{v,k} (V_z): 4.10 N/mm²

f_{v,k} (V_y): 2.30 N/mm²

E_{mean}: 13800 N/mm²

G_{mean}: 600 N/mm²

E 0.05: 11600 N/mm²

G 0.05: 400 N/mm²

Tilavuuspaino: 5.10 kN/m³ (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluku: 1.20

Aikaluokka: k_{mod}:

Pysyvä: 0.600

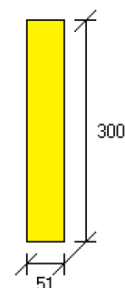
Pitkäaikainen: 0.700

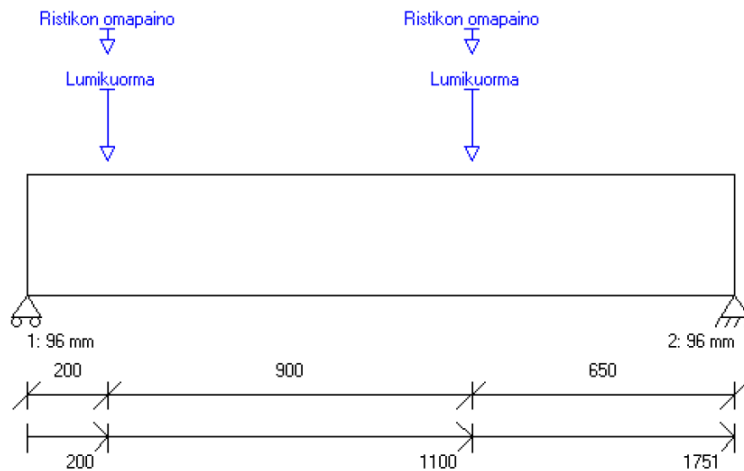
Keskipitkä: 0.800

Lyhytaikainen: 0.900

Hetkellinen: 1.100

k_{def}: 0.600



**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 3.80 kN	x = 200.5 mm	(Ristikön omapaino)
Pistekuorma: 2:	FZ = 3.80 kN	x = 1100.5 mm	(Ristikön omapaino)

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k \geq 2.75$ kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 10.46 kN	x = 200.5 mm	(Lumikuorma)
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.46 kN	x = 1100.5 mm	(Lumikuorma)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009

Kokonaiskäyttöaste:

98.1 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja $W_{net,fin}$: L/300
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00
 Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)
 Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 600.00$ mm
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} =$ Päätukien välimatka
 $L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)
 HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	25.22 kN	27.88 kN	90.4 %	131 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	9.70 kNm	22.44 kNm	43.2 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	9.70 kNm	22.44 kNm	43.2 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	25.22 kN	25.70 kN	98.1 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.31					
Tukipaine, tuki 2:	14.90 kN	25.70 kN	58.0 %	1751 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä

Tukipainekerroin = 1.31

jänneväli 1, W_{fin} :	2.6 mm	— mm	0.0 %	1007 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	2.6 mm	5.8 mm	44.6 %	1007 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	25.22 kN	131 mm
$M_{y,max}$	9.70 kNm	1100 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	25.22 kN	4.30 kN	17.93 kN	4.78 kN
2:	14.90 kN	2.54 kN	10.60 kN	2.83 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.78
2:	2.83

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	13.15
2:	7.77

HUOMIOT:

-
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraja-tilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetaljeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
 - Kuomitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
-

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuomia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdystä laskelmasta ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kattokannattimen mitoitus

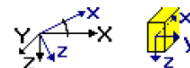
Anna-Riikka Paananen

10.4.2013

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakennosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Anna-Riikka Paananen

Nimi: Kattokannattimen mitoitus

J:\Palkinmitoitus.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta

Materiaali: KERTO-S syrjällään

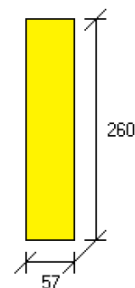
Poikkileikkaus: 57x260

(B=57 mm, H=260 mm, A=14820 mm², I_y=83486000 mm⁴, W_y=642200 mm³)

Käyttöluokka: 1

Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuomille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke-/jänneväli: Vaakamitta [mm]:

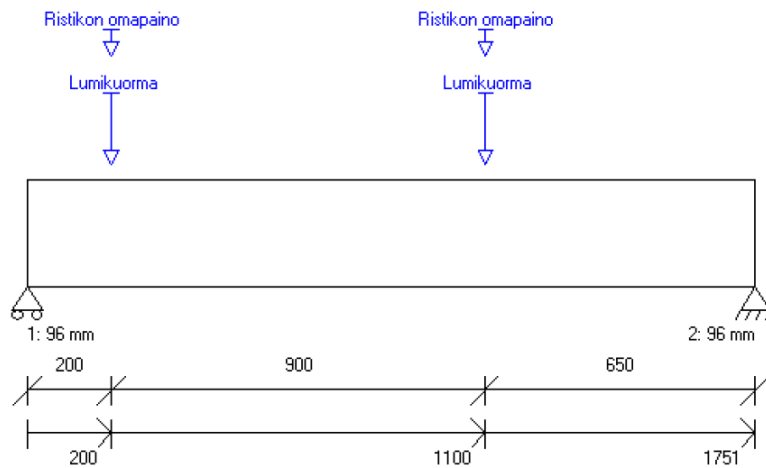
Jänneväli 1: 1751.0

Yhteensä: 1751.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	96	Liukutuki (Z)
2:	1751	96	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f _{m,k} (M _y):	44.76 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	50.00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	35.00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	6.00 N/mm ²
f _{t,0,k} :	36.15 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	4.10 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	2.30 N/mm ²
E _{mean} :	13800 N/mm ²
G _{mean} :	600 N/mm ²
E 0.05:	11600 N/mm ²
G 0.05:	400 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)

Osavarmuusluku:	1.20
Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100
k _{def} :	0.600

**KUORMITUSTIEDOT:**

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 3.80 kN	x = 200.5 mm	(Ristikon omapaino)
Pistekuorma: 2:	FZ = 3.80 kN	x = 1100.5 mm	(Ristikon omapaino)

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k \geq 2.75$ kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 10.46 kN	x = 200.5 mm	(Lumikuorma)
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.46 kN	x = 1100.5 mm	(Lumikuorma)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:

EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009

Kokonaiskäyttöaste:

93.4 %

MITOITUSPARAMETRIT:

Taipumaraja $W_{net,fin}$: L/300
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00
 Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)
 Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 600.00$ mm
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} =$ Päätukien välimatka
 $L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)
 HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	25.22 kN	27.01 kN	93.4 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	9.70 kNm	19.16 kNm	50.6 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	9.70 kNm	19.16 kNm	50.6 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	25.22 kN	28.73 kN	87.8 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.31					
Tukipaine, tuki 2:	14.90 kN	28.73 kN	51.9 %	1751 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.31					
jänneväli 1, W_{fin} :	3.2 mm	— mm	0.0 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	3.2 mm	5.8 mm	55.1 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	25.22 kN	0 mm
$M_{y,max}$	9.70 kNm	1100 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	25.22 kN	4.30 kN	17.93 kN	4.78 kN
2:	14.90 kN	2.54 kN	10.60 kN	2.83 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.78
2:	2.83
Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	13.15
2:	7.77

HUOMIOT:

-
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakennneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
 - Kuomitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
-

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kattokannattimen mitoitus

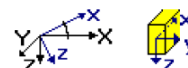
Anna-Riikka Paananen

10.4.2013

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Anna-Riikka Paananen

Nimi: Kattokannattimen mitoitus

J:\Palkinmitoitus.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakenneyyppi: Kattopalkki/laatta

Materiaali: KERTO-S syrjällään

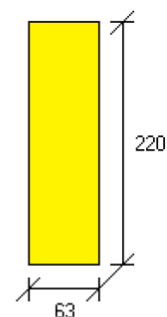
Poikkileikkaus: 63x220

(B=63 mm, H=220 mm, A=13860 mm², I_y=55902000 mm⁴, W_y=508200 mm³)

Käyttöloukka: 1

Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuomille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:

Jänneväli 1: 1751.0

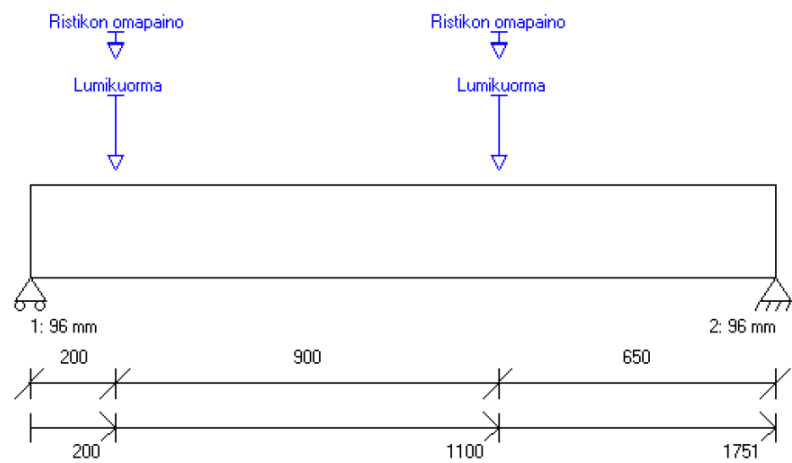
Yhteensä: 1751.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	96	Liukutuki (Z)
2:	1751	96	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f _{m,k} (M _y):	45.67 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	50.00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	35.00 N/mm ²
f _{c,90,k} :	6.00 N/mm ²
f _{t,0,k} :	36.15 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	4.10 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	2.30 N/mm ²
E _{mean} :	13800 N/mm ²
G _{mean} :	600 N/mm ²
E 0.05:	11600 N/mm ²
G 0.05:	400 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.10 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)

Osavarmuusluku:	1.20
Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

kdef: 0.600



KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):			
Pistekuorma: 1:	FZ = 3.80 kN	x = 200.5 mm	(Ristikon omapaino)
Pistekuorma: 2:	FZ = 3.80 kN	x = 1100.5 mm	(Ristikon omapaino)
Lumikuorma (Lumikuorma Sk>=2.75 kN/m2, Keskipitkä):			
Pistekuorma: 1:	FZ = 10.46 kN	x = 200.5 mm	(Lumikuorma)
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.46 kN	x = 1100.5 mm	(Lumikuorma)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

- Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)
1.00*1.35*Omapaino
- Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)
1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma
- Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)
1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma
- Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)
1.00*1.15*Omapaino
- Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)
0.90*Omapaino
- Yhdistelmä 12 (KRT)
1.00*Omapaino
- Yhdistelmä 13 (KRT)
1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma
- Yhdistelmä 15 (KRT)
1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009
Kokonaiskäyttöaste:	99.8 %

MITOITUSPARAMETRI:

Taipumaraja $W_{net,fin}$:	L/300
Korotuskerroin, vasen uloke:	2.00
Korotuskerroin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)	
Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):	
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 600.00$ mm	
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} =$ Päätukien välimatka	
$L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)	
HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$	

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste %):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	25.22 kN	25.26 kN	99.8 %	131 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	9.70 kNm	15.47 kNm	62.7 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	9.70 kNm	15.47 kNm	62.7 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	25.22 kN	31.75 kN	79.4 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.31					
Tukipaine, tuki 2:	14.90 kN	31.75 kN	46.9 %	1751 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.31					
jänneväli 1, W_{fin} :	4.3 mm	— mm	0.0 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	4.3 mm	5.8 mm	74.4 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	25.22 kN	131 mm
$M_{y,max}$	9.70 kNm	1100 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	25.22 kN	4.30 kN	17.93 kN	4.78 kN
2:	14.90 kN	2.54 kN	10.60 kN	2.83 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.78
2:	2.83
Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	13.15
2:	7.77

HUOMIOT:

-
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttörajatilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
 - Kuomitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
-

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kattokannattimen mitoitus

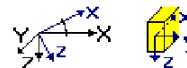
Anna-Riikka Paananen

10.4.2013

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Anna-Riikka Paananen

Nimi: Kattokannattimen mitoitus

J:\Palkinmitoitus.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta

Materiaali: KERTO-S syrjällään

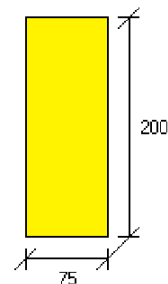
Poikkileikkaus: 75x200

(B=75 mm, H=200 mm, A=15000 mm², I_y=50000000 mm⁴, W_y=500000 mm³)

Käyttöluokka: 1

Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuomille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke-/jänneväli: Vaakamitta [mm]:

Jänneväli 1: 1751.0

Yhteensä: 1751.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	96	Liukutuki (Z)
2:	1751	96	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f_{m,k} (M_y): 46.19 N/mm²

f_{m,k} (M_z): 50.00 N/mm²

f_{c,0,k}: 35.00 N/mm²

f_{c,90,k}: 6.00 N/mm²

f_{t,0,k}: 36.15 N/mm²

f_{v,k} (V_z): 4.10 N/mm²

f_{v,k} (V_y): 2.30 N/mm²

E_{mean}: 13800 N/mm²

G_{mean}: 600 N/mm²

E 0.05: 11600 N/mm²

G 0.05: 400 N/mm²

Tilavuuspaino: 5.10 kN/m³ (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluku: 1.20

Aikaluokka: k_{mod}:

Pysyvä: 0.600

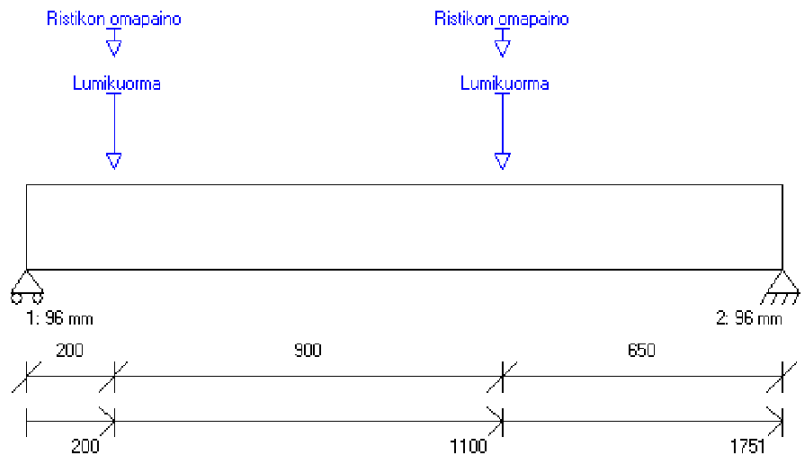
Pitkäaikainen: 0.700

Keskipitkä: 0.800

Lyhytaikainen: 0.900

Hetkellinen: 1.100

kdef: 0.600



KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):			
Pistekuorma: 1:	FZ = 3.80 kN	x = 200.5 mm	(Ristikon omapaino)
Pistekuorma: 2:	FZ = 3.80 kN	x = 1100.5 mm	(Ristikon omapaino)
Lumikuorma (Lumikuorma Sk>=2.75 kN/m2, Keskipitkä):			
Pistekuorma: 1:	FZ = 10.46 kN	x = 200.5 mm	(Lumikuorma)
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.46 kN	x = 1100.5 mm	(Lumikuorma)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

- Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)
1.00*1.35*Omapaino
- Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)
1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma
- Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)
1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma
- Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)
1.00*1.15*Omapaino
- Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)
0.90*Omapaino
- Yhdistelmä 12 (KRT)
1.00*Omapaino
- Yhdistelmä 13 (KRT)
1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma
- Yhdistelmä 15 (KRT)
1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1-2009
Kokonaiskäyttöaste:	92.3 %

MITOITUSPARAMETRI:

Taipumaraja $W_{net,fin}$:	L/300
Korotuskerroin, vasen uloke:	2.00
Korotuskerroin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)	
Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):	
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 600.00$ mm	
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} =$ Päätukien välimatka	
$L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)	
HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$	

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	25.22 kN	27.33 kN	92.3 %	175 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	9.70 kNm	15.40 kNm	63.0 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	9.70 kNm	15.40 kNm	63.0 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	25.22 kN	37.80 kN	66.7 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.31					
Tukipaine, tuki 2:	14.90 kN	37.80 kN	39.4 %	1751 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.31					
jänneväli 1, W_{fin} :	4.6 mm	— mm	0.0 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	4.6 mm	5.8 mm	79.4 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	25.22 kN	175 mm
$M_{y,max}$	9.70 kNm	1100 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRT _{max} :	MRT _{min} :	KRT _{max} :	KRT _{min} :
1:	25.22 kN	4.30 kN	17.93 kN	4.78 kN
2:	14.90 kN	2.54 kN	10.60 kN	2.83 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.78
2:	2.83

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	13.15
2:	7.77

HUOMIOT:

-
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumatarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraja-tilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
 - Kuormitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
- Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
-

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakennneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kattokannattimen mitoitus

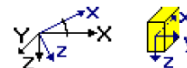
Anna-Riikka Paananen

11.4.2013

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Anna-Riikka Paananen

Nimi: Kattokannattimen mitoitus

J:\taivutusjaleikkaus2.4.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta

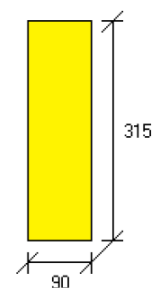
Materiaali: GL32c

Poikkileikkaus: 90x315
(B=90 mm, H=315 mm, A=28350 mm², I_y=234419062 mm⁴, W_y=1488375 mm³)

Käyttöluokka: 1

Seuraamusluokka: CC2 (KFI=1.0)

Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuomille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:

Jänneväli 1: 1751.0

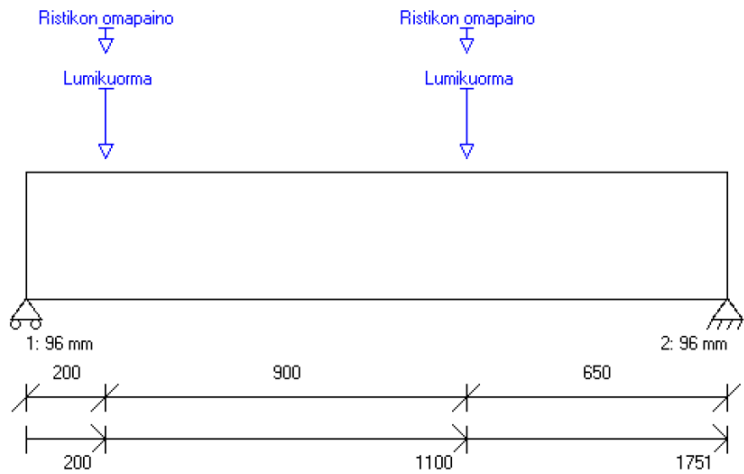
Yhteensä: 1751.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	96	Liukutuki (Z)
2:	1751	96	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f _{m,k} (M _y):	34.13 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	32.00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	26.50 N/mm ²
f _{c,90,k} :	3.00 N/mm ²
f _{t,0,k} :	20.80 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	3.20 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	3.20 N/mm ²
E _{mean} :	13700 N/mm ²
G _{mean} :	780 N/mm ²
E 0.05:	11100 N/mm ²
G 0.05:	630 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)

Osavarmuusluku:	1.20
Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

kdef: 0.600



KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):			
Pistekuorma: 1:	FZ = 3.80 kN	x = 200.5 mm	(Ristikon omapaino)
Pistekuorma: 2:	FZ = 3.80 kN	x = 1100.5 mm	(Ristikon omapaino)
Lumikuorma (Lumikuorma Sk<2.75 kN/m2, Keskipitkä):			
Pistekuorma: 1:	FZ = 10.46 kN	x = 200.5 mm	(Lumikuorma)
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.46 kN	x = 1100.5 mm	(Lumikuorma)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

- Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)
1.00*1.35*Omapaino
- Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)
1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma
- Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)
1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma
- Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)
1.00*1.15*Omapaino
- Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)
0.90*Omapaino
- Yhdistelmä 12 (KRT)
1.00*Omapaino
- Yhdistelmä 13 (KRT)
1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma
- Yhdistelmä 15 (KRT)
1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi: EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009
 Kokonaiskäyttöaste: 93.3 %

MITOITUSPARAMETRI:

Taipumaraja $W_{net,fin}$: L/300
 Korotuskerroin, vasen uloke: 2.00
 Korotuskerroin, oikea uloke: 2.00
 Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)
 Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):
 Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 600.00$ mm
 Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} =$ Päätukien välimatka
 $L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)
 HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *)	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	25.22 kN	27.01 kN	93.3 %	44 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	9.70 kNm	33.87 kNm	28.6 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	9.70 kNm	33.87 kNm	28.6 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	25.22 kN	34.02 kN	74.1 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.97					
Tukipaine, tuki 2:	14.90 kN	34.02 kN	43.8 %	1751 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.97					
jänneväli 1, W_{fin} :	1.2 mm	— mm	0.0 %	1007 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	1.2 mm	5.8 mm	20.6 %	1007 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):
 1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma
 Yhdistelmä 13/1 :
 1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	25.22 kN	44 mm
$M_{y,max}$	9.70 kNm	1100 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	25.22 kN	4.30 kN	17.93 kN	4.78 kN
2:	14.90 kN	2.54 kN	10.60 kN	2.83 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.78
2:	2.83

Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	13.15
2:	7.77

HUOMIOT:

-
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumataarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraja-tilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla k_h ja k_l
 - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella k_{cr} , joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa $f_{v,d}$
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
 - Kuomitustiedoissa esitetään lumikuorman ominaisarvo katolla.
 - Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuorma katon muotokertoimella
-

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, pilari, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

© Copyright 2012 Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood

Kattokannattimen mitoitus

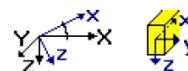
Anna-Riikka Paananen

10.4.2013

Laskelmat on tehty alla olevilla lähtötiedoilla vain kyseiselle rakenneosalle. Laskelmissa esitetty rakenneosan pituus ei ole tilausmitta. Tilausmitassa on otettava huomioon esim. tuennan vaatima lisäpituus.

Finnwood 2.3 SR1 (2.4.017)

RIL 205-1-2009 SR1 (02.07.2012)



PROJEKTITIEDOT:

Suunnittelija: Anna-Riikka Paananen

Nimi: Kattokannattimen mitoitus

J:\Palkinmitoitus.s01

RAKENNETIEDOT:

Rakennetyyppi: Kattopalkki/laatta

Materiaali: GL32c

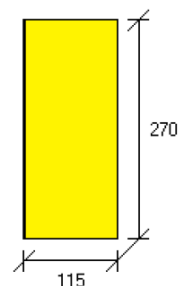
Poikkileikkaus: 115x270

(B=115 mm, H=270 mm, A=31050 mm², I_y=188628750 mm⁴, W_y=1397250 mm³)

Käyttöloukka: 1

Seuraamusluokka: CC2 (KF=1.0)

Jako/kuormituslev.: 1000 mm (pintakuomille)



Uloke-/jännevälipituudet:

Uloke/jänneväli: Vaakamitta [mm]:

Jänneväli 1: 1751.0

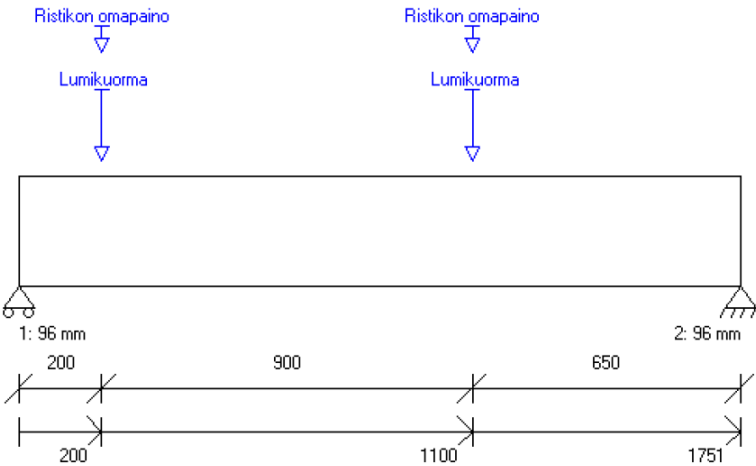
Yhteensä: 1751.0

Tuki:	Sijainti x [mm]:	Leveys [mm]:	Tyyppi:
1:	0	96	Liukutuki (Z)
2:	1751	96	Kiinteä niveltuki (X,Z)

f _{m,k} (M _y):	34.66 N/mm ²
f _{m,k} (M _z):	32.00 N/mm ²
f _{c,0,k} :	26.50 N/mm ²
f _{c,90,k} :	3.00 N/mm ²
f _{t,0,k} :	21.12 N/mm ²
f _{v,k} (V _z):	3.20 N/mm ²
f _{v,k} (V _y):	3.20 N/mm ²
E _{mean} :	13700 N/mm ²
G _{mean} :	780 N/mm ²
E 0.05:	11100 N/mm ²
G 0.05:	630 N/mm ²
Tilavuuspaino:	5.00 kN/m ³ (omapainon laskentaa varten)

Osavamuusluku:	1.20
Aikaluokka:	k _{mod} :
Pysyvä:	0.600
Pitkäaikainen:	0.700
Keskipitkä:	0.800
Lyhytaikainen:	0.900
Hetkellinen:	1.100

kdef: 0.600



KUORMITUSTIEDOT:

Omapaino (Omapaino, Pysyvä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 3.80 kN	x = 200.5 mm	(Ristikon omapaino)
Pistekuorma: 2:	FZ = 3.80 kN	x = 1100.5 mm	(Ristikon omapaino)

Lumikuorma (Lumikuorma $S_k \geq 2.75$ kN/m², Keskipitkä):

Pistekuorma: 1:	FZ = 10.46 kN	x = 200.5 mm	(Lumikuorma)
Pistekuorma: 2:	FZ = 10.46 kN	x = 1100.5 mm	(Lumikuorma)

KUORMITUSYHDISTELMÄT:

Yhdistelmä 1 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.35*Omapaino

Yhdistelmä 2 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 4 (MRT, Keskipitkä)

1.00*1.15*Omapaino + 1.00*1.50*0.70*Lumikuorma

Yhdistelmä 7 (MRT, Pysyvä)

1.00*1.15*Omapaino

Yhdistelmä 9 (MRT, Pysyvä)

0.90*Omapaino

Yhdistelmä 12 (KRT)

1.00*Omapaino

Yhdistelmä 13 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

Yhdistelmä 15 (KRT)

1.00*Omapaino + 1.00*0.70*Lumikuorma

MITOITUS:

Mitoitusstandardi:	EN 1995-1-1:2004 + A1:2008 + RIL 205-1:2009
Kokonaiskäyttöaste:	85,2 %

MITOITUSPARAMETRI:

Taipumaraja $W_{net,fin}$:	L/300
Korotuskerroin, vasen uloke:	2.00
Korotuskerroin, oikea uloke:	2.00
Nurjahdus on estetty molempiin suuntiin (y ja z)	
Kiepahdus taivutuksesta M_y (y-askelin suhteen):	
Kiepahdustukiväli rakenteen yläpuolella: $L_{k1} = 600.00$ mm	
Kiepahdustukiväli rakenteen alapuolella: $L_{k2} =$ Päätukien välimatka	
$L_{ef1} = L_{k1}$ ja $L_{ef2} = L_{k2}$ (Esim. kuormitus neutraaliakselilla/kiepahdustukien kautta)	
HUOM! L_{k1} :ta käytetään, kun $M_y > 0$ ja L_{k2} :ta, kun $M_y < 0$	

MITOITUKSEN ÄÄRIARVOT:

Tarkastelu:	Mitoitusarvo:	Raja-arvo:	Käyttöaste *):	Sijainti x:	
Leikkaus (z):	25.22 kN	29.59 kN	85.2 %	131 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Taivutus (M_y):	9.70 kNm	32.29 kNm	30.0 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
(ilman kiepahdusta):	9.70 kNm	32.29 kNm	30.0 %	1100 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipaine, tuki 1:	25.22 kN	43.47 kN	58.0 %	0 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.97					
Tukipaine, tuki 2:	14.90 kN	43.47 kN	34.3 %	1751 mm	Yhdistelmä 2/1, Keskipitkä
Tukipainekerroin = 1.97					
jänneväli 1, W_{fin} :	1.3 mm	– mm	0.0 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1
jänneväli 1, $W_{net,fin}$:	1.3 mm	5.8 mm	23.1 %	963 mm	Yhdistelmä 13/1

ÄÄRIARVOJEN KUORMITUSYHDISTELMÄT

Yhdistelmä 2/1 (Keskipitkä):

1.15*Omapaino + 1.50*Lumikuorma

Yhdistelmä 13/1 :

1.00*Omapaino + 1.00*Lumikuorma

VOIMASUUREIDEN ÄÄRIARVOT:

Tulos:	Maksimiarvo:	Sijainti x:
$V_{z,max}$	25.22 kN	131 mm
$M_{y,max}$	9.70 kNm	1100 mm

TUKIREAKTIOT:

Tuki:	MRTmax:	MRTmin:	KRTmax:	KRTmin:
1:	25.22 kN	4.30 kN	17.93 kN	4.78 kN
2:	14.90 kN	2.54 kN	10.60 kN	2.83 kN

- KRT tukireaktiot ovat vain vertailua varten

TUKIREAKTIOT KUORMITUSTAPAUKSITTAIN (OMINAISARVOT):

Kuormitustapaus:	Omapaino
Tuki:	FZ [kN]:
1:	4.78
2:	2.83
Kuormitustapaus:	Lumikuorma
Tuki:	FZ [kN]:
1:	13.15
2:	7.77

HUOMIOT:

-
- EN 1995-1-1-standardin, sen täydennysosan A1:2008 ja Suomen kansallisten liitteiden sekä RIL 205-1-2009 -suunnitteluohjeen mukainen laskenta
 - VTT on tehnyt kolmannen osapuolen tarkistuksen ohjelmalle (VTT-S-03937-12)
 - MRT = Murtorajatila, KRT = Käyttörajatila
 - *) Yhteisvaikutustarkasteluissa %-luku tarkoittaa mitoitusarvon ja raja-arvon suhdetta, ei todellista käyttöastetta
 - Liittyvän alapuolisen rakenteen tukipainekestävyys tulee tarkistaa erikseen
 - Mitoituksessa ei huomioida ulokkeiden alle 20 mm taipumaa ylöspäin
 - Värähtely- ja taipumataarkastelua ei tehdä alle 200 mm pituisille ulokkeille
 - Leikkausmuodonmuutos on mukana käyttöraja-tilamitoituksessa
 - Leikkausmuodonmuutos ei ole mukana voimasuureiden laskennassa
 - Rakenneosan koon vaikutus lujuuteen on otettu huomioon ominaisarvoissa kertoimilla kh ja kl
 - Rakenneosan mahdollinen halkeilu käyttöluokassa 1 on huomioitu kertoimella kor, joka on mukana leikkauslujuuden mitoitusarvossa fv,d
 - Suunnittelijan tulee kiinnittää huomiota myös rakennedetailjeihin ja varmistaa, ettei rakenteisiin muodostu vesitaskuja
 - Kuomitustiedoissa esitetään lumikuoman ominaisarvo katolla.
- Tämä on saatu kertomalla maassa oleva ominaislumikuoma katon muotokertoimella

Laskelmissa ei ole huomioitu rakennusaikaisia kuormia eikä kosteusolosuhteita. Mahdolliset rakennusaikaiset lisätuennat on mitoitettava erikseen. Rakennuksen kokonaisjäykistystä ja siitä johtuvia vaakavoimia ei ole huomioitu. Rakenneosan (palkki, piliiri, laatta) soveltuvuus kokonaisuuteen on päärakennesuunnittelijan tarkistettava erikseen.

Finnwood-ohjelmistolla tehdyt laskelmat ja tulosteet ovat voimassa vain ohjelmistoon tallennettujen Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Woodin tuotteiden kanssa. Nämä tuotteet on tarvittaessa osoitettava rakennuspaikalla hankkeen osapuolille sekä viranomaisille. Metsäliitto Osuuskunta, Metsä Wood tai sen tytäryhtiöt eivät vastaa käyttäjälle tai kolmannelle osapuolelle muiden valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä Finnwood-ohjelmistossa, ohjelmiston perusteella näin tehdyistä laskelmista ja tulosteista tai kolmansien valmistajien tuotteista tai niiden käytöstä aiheutuneista virheistä, menetyksistä tai vahingoista. Näitä ehtoja ei saa poistaa tulosteesta.

(Laskelmat on tehty Finnwood 2.3 SR1 –ohjelmaversiolla. Finnwood-laskenta-ohjelman omistaa Metsä Wood ja ohjelma on ladattavissa osoitteesta <http://www.metsawood.fi/AMMATTIRAKENTAMINEN/FINNWOOD/Pages/Default.aspx?z=912fc1e6-19e5-45cc-a627-255aa6ddc2f7>.)